



Universidad de Cuenca
Facultad de Ingeniería
Maestría en Gestión Estratégica de Tecnologías de la Información

“Evaluación de la Calidad de los MOOC con ISO/IEC 25010”

*Proyecto de titulación previo a la obtención del
grado de Magister en Gestión Estratégica de
Tecnologías de la Información*

Autora: Ing. Malhena de Lourdes Sánchez Peralta. MgGE.
C.I. 0102565132

Director: Ing. Juan Pablo Carvallo Vega. PhD
C.I. 0102068855

Cuenca – Ecuador
2017



Resumen

Los *Massive Open Online Course* (MOOC) son una modalidad de formación virtual presente en el panorama educativo actual que responden a una concepción determinada de e-learning. Diversos autores plantean sus dudas respecto a si estos productos de software ofrecen una formación de calidad, siendo necesario establecer instrumentos que avalen sus características o que conduzcan a cómo abordar su optimización para garantizar el éxito de este tipo de e-learning.

Este proyecto propone la Evaluación de la Calidad de los Sistemas de Información MOOC con ISO/IEC 25010 a través de la construcción de un *modelo de calidad de software* (QM) para MOOC que permita evaluarlos en términos de sus características de calidad tecnológicas y pedagógicas. En la metodología se utilizan técnicas que conducen a la construcción y evaluación del QM bajo determinados requerimientos de calidad. La Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC se levanta con el método *Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors* (DHARMA) basado en el uso de diagramas *istar* (*i**). En la construcción del QM se utiliza el método *Individual Quality Model Construction* (IQMC) con la selección de características de calidad propuestas en la norma ISO/IEC 25010, lo que establece un instrumento con factores y medidas de calidad que facilitan una evaluación sistemática y práctica al evaluador. Finalmente, se pone a prueba el QM con la evaluación de dos plataformas MOOC de libre distribución bajo los requerimientos de la Universidad de Cuenca empleando el método *Weights, Objectives, Rules, Mismatches, Selection* (WORMS) en la evaluación y selección de las plataformas.

Palabras Clave: Arquitectura Genérica; DHARMA; Evaluación; ISO/IEC 25010; istar; IQMC; Modelo de Calidad; MOOC; WORMS.



Abstract

MOOC or *Massive Open Online Course* is a virtual training form present in the current educational landscape. Several authors raise doubts about whether these software products offer quality training, being necessary to establish instruments that certify their characteristics or guide how to approach optimization to ensure success of this type of e-learning.

This project proposes the Quality Evaluation of MOOC Information Systems with ISO/IEC 25010 through the construction of software *Quality Model* (QM) for MOOC to evaluate them in terms of their technological and pedagogical quality characteristics. Different technics are used in the methodology to lead to the construction and evaluation of the QM under certain quality requirements. The MOOC Information Systems Generic Architecture is built using the *Discovering Hybrid ARchitectures by Modeling Actors* (DHARMA) method based on the use of *istar* (i^*) diagrams. The QM design uses the *Individual Quality Model Construction* (IQMC) method that has a set of steps specifically designed to support the construction of a QM and the selection of quality characteristics proposed in the standard catalog ISO/IEC 25010, which allows establishing an instrument with quality factors and measures that facilitate a systematic and practical evaluation of MOOC information systems by an evaluator. Finally, the QM is tested with the evaluation of two freely distributed MOOC platforms under the quality requirements of the University of Cuenca using the *Weights, Objectives, Rules, Mismatches, Selection* (WORMS) method in the evaluation and selection of the platforms.

Keywords: Generic Architecture; DHARMA; Evaluation; ISO/IEC 25010; istar; IQMC; MOOC; Quality Model; WORMS.



Índice de contenido

Resumen.....	2
Abstract	3
CAPITULO I INTRODUCCION	9
1.1. Antecedentes.....	10
1.2. Problemática.....	11
1.3. Justificación	12
1.4. Objetivo General	12
1.5. Objetivos Específicos.....	13
1.6. Alcance	13
1.7. Estructura del proyecto de tesis	15
CAPITULO II MARCO TEORICO	18
2.1. Conceptos básicos relacionados a los MOOC.....	19
2.1.1. ¿Qué es e-learning?	19
2.1.2. ¿Qué es un curso en modalidad e-learning?	19
2.1.3. ¿Qué es un MOOC?	19
2.1.4. ¿Cuáles son las características de los MOOC?.....	20
2.1.5. ¿Qué tipos de MOOC existen?	21
2.2. Calidad de software	22
2.2.1. ¿Qué es calidad?	22
2.2.2. ¿Qué es un Modelo de Calidad de Software o QM?	22
2.2.3. Elección del método de construcción del QM	24
2.3. Calidad en e-learning.....	25
2.3.1. Calidad en la formación virtual y en los MOOC	25
2.3.2. Estándares de e-learning	26
2.3.3. Catálogo de características del modelo ISO/IEC 25010	30
2.4. Estado del arte sobre la evaluación de la calidad en los MOOC.....	35
CAPITULO III METODOLOGIA	36
3.1. Panorama de la metodología empleada.....	37
3.2. Introducción al modelado en i^*	38
3.3. Visión general del método DHARMA	40
3.4. Método IQMC	43
3.5. Método WORMS	45
CAPITULO IV CALIDAD EN EL DOMINIO MOOC	48



4.1. Modelos y herramientas de evaluación de calidad para los MOOC..	49
4.1.1. Instrumentos de Evaluación de la Calidad de los MOOC	49
4.1.2. Indicadores de Evaluación de la Calidad de los MOOC	50
4.1.3. Características mínimas de Calidad de los MOOC.....	52
4.2. Estudios comparativos de los MOOC.....	53
4.3. Expectativas de calidad de los MOOC.....	56
CAPITULO V ARQUITECTURA GENERICA DE SISTEMAS DE INFORMACION MOOC.....	57
5.1. Arquitectura Genérica	58
5.1.1. Actividad 1: Modelado del entorno de la organización.....	58
5.1.1.1. Identificación de los actores y sus necesidades estratégicas	58
5.1.1.2. Identificación de las dependencias entre los actores del entorno y la organización	62
5.1.2. Actividad 2: Modelado del entorno del Sistema de Información	65
5.1.2.1. Identificación de dependencias relevantes para el sistema	65
5.1.2.2. Identificación de actores adicionales en el entorno del sistema	66
5.1.3. Actividad 3: Descomposición de los Objetivos del Sistema de Información	73
5.1.4. Actividad 4: Identificación de la Arquitectura del Sistema de Información	82
CAPITULO VI CONSTRUCCION DEL MODELO DE CALIDAD DE SOFTWARE	91
6.1. Selección de características y subcaracterísticas del modelo ISO/IEC 25010.....	92
6.1.1. Etapa 1. Construcción de tablas resumen.	92
6.1.2. Etapa 2. Reconocimiento de elementos de calidad relevantes.....	111
6.1.3. Etapa 3. Descarte de características y subcaracterísticas del modelo ISO/IEC 25010.....	124
6.2. Desarrollo de los pasos restantes del método IQMC en la construcción del QM para MOOC.	129
6.2.1. Refinamiento de la jerarquía de subcaracterísticas	129
6.2.2. Refinamiento de subcaracterísticas en atributos	130
6.2.3. Refinamiento de atributos derivados en básicos	132
6.2.4. Establecimiento de relaciones entre factores de calidad.	134
6.2.5. Determinación de medidas para los atributos.	134
6.2.6. QM para factores de calidad no técnicos de los MOOC.	135
6.2.7. Resultados de la construcción del QM para MOOC.	136
CAPITULO VII VALIDACION DEL QM PARA SI MOOC.....	137
7.1. Fase I: Elaboración del Modelo de Requisitos	139
7.1.1. Actividad 1. Determinar los requisitos de partida	139
7.1.2. Actividad 2. Asignar pesos y prioridades a los requisitos	142
7.1.3. Actividad 3. Identificar los objetivos de evaluación de los requisitos .	144



7.1.4. Actividad 4: Definir el orden y las reglas de análisis de los requisitos.	145
7.2. Fase II: Elaboración Proceso de Evaluación	145
7.2.1. Actividad 5: Identificar, analizar y evaluar	145
7.2.1.1. Análisis de resultados en función de pesos y prioridades	147
7.2.1.2. Identificación y categorización de desajustes	154
7.2.2. Actividad 6: Seleccionar el más idóneo:	164
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	165
A. Esfuerzo empleado en el desarrollo del proyecto de tesis	166
B. Conclusiones	167
C. Recomendaciones	169
D. Líneas de Investigación Futuras	170
Bibliografía	172
Índice de Figuras	175
Índice de tablas	176
Glosario de términos y abreviaturas	178
Ámbito de los MOOC	178
Ámbito de Software	180
Anexos	181
Anexo 1: QM de Producto de Software para un SI MOOC	181
Anexo 2: QM de Factores no Técnicos para un SI MOOC	181
Anexo 3: QM de Factores Técnicos para un SI MOOC de la UC	181
Anexo 4: QM de Factores No Técnicos para un SI MOOC de la UC	181
Anexo 5: Matrices de pesos y prioridades para la evaluación de dos plataformas MOOC de la UC	181
Anexo 6: Position paper “Assessing the Quality of MOOC using ISO/IEC 25010”	181
Anexo 7: Full paper “Discovering the MOOC Information System Generic Architecture”	181



Malhena de Lourdes Sánchez Peralta en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación de la Calidad de los MOOC con ISO/IEC 25010", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 18 de octubre de 2017.

Malhena de Lourdes Sánchez Peralta

C.I: 0102565132



Yo, Malhena de Lourdes Sánchez Peralta, autora del trabajo de titulación "Evaluación de la Calidad de los MOOC con ISO/IEC 25010", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 18 de octubre de 2017.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Malhena de Lourdes Sánchez Peralta".

Malhena de Lourdes Sánchez Peralta

C.I: 0102565132



CAPITULO I

INTRODUCCION

El capítulo de introducción tiene como objetivo presentar el contexto en el que se desarrolló el presente proyecto de tesis: sus antecedentes y problemática, su justificación, objetivos y alcance propuesto.



1.1. Antecedentes

Los nuevos escenarios tecnológicos y de la sociedad digital y del conocimiento obligan a las instituciones universitarias a incorporar en sus procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación las *Tecnologías de la Información y la Comunicación* (TIC), puesto que éstas ofrecen posibilidades didácticas, pedagógicas y de comunicación o gestión de gran alcance (Guerrero Romera, 2015).

El movimiento MOOC cuyo significado es *Massive Open Online Course* o *Cursos Online Masivos y Abiertos*, en español COMA, surge de un proceso de innovación en el ámbito de la formación de conocimiento abierto, orientado por los principios de difusión masiva y gratuita de los contenidos e intermediado por modelos de aplicación online, interactivos y colaborativos. La sigla MOOC fue usada por Dave Cormier y Bryan Alexander para designar este tipo de curso y el primer curso MOOC aparece en septiembre de 2008 en Canadá por George Siemens, Stephen Downes y Dave Cormier (Aguaded & Medina-Salguero, 2015). Desde entonces, el fenómeno MOOC ha traspasado fronteras, para convertirse en una magnitud insospechada en el ámbito educativo superior y de la formación laboral (García Aretio, 2015).

Los MOOC basados en los principios de gratuidad, masividad y ubicuidad, de los que se desprenden sus principales características ofrecen varias ventajas sobre otras formas de educación: formación a distancia, tutorización de los estudiantes, programación de actividades, inscripciones en el curso, planificación semanal, diseño con apoyo de material audiovisual, etc. (CRUE-TIC, 2015). Sin embargo, para que estas ventajas sean direccionadas apropiadamente debe existir un modelo técnicamente construido que permita la evaluación de la calidad de las distintas plataformas MOOC, y la eventual selección de la más apropiada para cada caso.

Diversos autores plantean sus dudas respecto a la calidad de estos productos de software, ya que no parece tan evidente que cursos de estas características



ofrezcan una formación de calidad en modalidad de enseñanza virtual, abierto a masas y a bajo coste. Ante esto, se hace necesario calibrar cuales deben ser sus características con el fin de configurar un tipo de formación virtual de calidad (Santiago Megual, Lloret Catalá, & Roig Vila, 2015). Se considera que son necesarios instrumentos que garanticen la calidad de los MOOC desde diferentes perspectivas, que faciliten la verificación de que este nuevo modelo reúne una serie de características que avalan su calidad y, de no ser así, indiquen cómo poder abordar su optimización, ya que de ello dependerá el éxito y la consolidación de este tipo de e-learning.

El concepto de calidad es definido por el Diccionario de la Lengua Española como “una propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor”, en este sentido, Anal y Devadatta (2013) apuntan a que la estimación de la calidad en los MOOC al igual que otras modalidades e-learning podría ser clasificada en dos categorías: calidad del sistema o plataforma de software y calidad de las características del aprendizaje, ésta última tiene que ver con contenidos, métodos e impacto en el aprendizaje.

1.2. Problemática

Los MOOC que en el año 2012 recibieron importantes reconocimientos en artículos publicados en The New York Time y en la revista Technology Review del Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT, un año después pasaron a plantear serias dudas y preguntas en artículos que sugerían que los MOOC deberían ser repensados. De hecho, el propio Siemens (2013), se preguntaba si podríamos calificar a 2013 como el año anti-MOOC. En 2014 aumentaron las críticas y descalificaciones a los MOOC (Garcia Aretio, 2015), en gran parte por los bajos índices de finalización de los MOOC por parte de los alumnos inscritos. Poy y Gonzales-Aguilar (2014) apuntan que las tasas de abandono de los alumnos alcanzan del 75% al 95%, lo que sugiere una reflexión sobre la falta de calidad en el diseño de este tipo de formación. Pese a esta situación, la influencia y uso de los MOOC ha originado un nuevo campo de estudio para dar respuestas sobre si estos cursos y plataformas educativas poseen



características que garanticen la calidad y eficacia del uso de estas herramientas en la generación de aprendizaje. (Aguaded & Medina-Salguero, 2015).

1.3. Justificación

Estos antecedentes generan la urgencia de establecer un pliego de condiciones o un libro blanco sobre los elementos esenciales que deben reunir los MOOC (Poy & Gonzales-Aguilar, 2014). Esta situación ha motivado que como proyecto de tesis, para la obtención del título de Magister en Gestión Estratégica de Tecnologías de la información MGETI, proponga la construcción un *Modelo de Calidad de Software* (QM) para MOOC bajo el estándar de calidad de productos de software ISO/IEC 25010, en razón de que los modelos de calidad de software son instrumentos o artefactos que proporcionan un marco para medir y evaluar la calidad de sistemas de software. Ellos son la base sobre la cual se clasifican y cuantifican los requisitos, especialmente los requisitos no funcionales (Carvallo, Franch, & Quer, 2015).

Por tanto, el QM a construir permitirá la evaluación de un MOOC en términos de sus características de calidad tecnológicas y pedagógicas más relevantes, el QM facilitará a los interesados en adquirir un MOOC, realizar un proceso de selección de manera sistemática en función de requisitos de calidad, así también, proporcionará a los desarrolladores de plataformas MOOC, una base para especificar requisitos de calidad y evaluación de la calidad.

1.4. Objetivo General

Construir un Modelo de Calidad de Software para MOOC con el método IQMC bajo el estándar ISO/IEC 25010 que proporcione un marco común de referencia para la definición de requisitos de calidad tecnológicos y pedagógicos aplicables a proyectos de adquisición o desarrollo de estas plataformas e-learning.



1.5. Objetivos Específicos

- Identificar modelos y herramientas de evaluación de calidad para los MOOC.
- Extraer características de calidad de la revisión y análisis de literatura de los últimos cinco años sobre MOOC.
- Construir un modelo de calidad de software para MOOC usando el método *Individual Quality Model Construction* (IQMC) y el catálogo de características del estándar ISO/IEC 25010 aplicables al dominio con apoyo del método *Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors* (DHARMA) basado en el uso de diagramas *i** para la definición de la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC con modelización de actores.
- Probar el modelo construido con dos plataformas MOOC disponibles en el mercado y de libre distribución bajo los requerimientos de calidad de la Universidad de Cuenca.

1.6. Alcance

El estudio comprenderá tres fases:

- 1.- Análisis de conceptos básicos relacionados a MOOC, calidad de software y calidad en e-learning.
- 2.- Construcción del QM con el método IQMC,
 - a) El proceso inicia sentando las bases del dominio para la construcción del QM para MOOC con la revisión de literatura relacionada a la evaluación de calidad en MOOC en los últimos cinco años: instrumentos e indicadores de evaluación, estudios comparativos, expectativas de calidad, modelos de calidad, (Meléndez, Pinillos, & Romá, 2016) etc. Se expondrán las propuestas de modelos y los resultados más relevantes en éste ámbito. Esta información servirá para estructurar la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC y describir la



funcionalidad mínima que debe ser cubierta por cada uno de los componentes que lo integran, esto se realizará con apoyo del método *Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors* (DHARMA) basado en el uso de diagramas *i**. La arquitectura genérica se refiere a la identificación de actores que forman parte un sistema de información, los servicios que deberían ser cubiertos por cada uno de ellos y las relaciones entre sí. Los diagramas *i** permitirán identificar las necesidades estratégicas para los cuales un Sistema de Información MOOC es requerido en una institución (enfoque pedagógico); y plasmarlas indicando los servicios específicos que el sistema deberá brindar (enfoque tecnológico); agrupando los servicios relacionados en dominios atómicos.

- b) El segundo paso en IQMC corresponde a un proceso de selección de características y subcaracterísticas del modelo ISO/IEC 25010 que sean relevantes para la evaluación de la calidad en MOOC, se propone tres pasos:

b.1) Tomar los resultados descriptivos, herramientas de evaluación e indicadores de calidad desde la literatura revisada, la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC modelada con *i** y construir tablas resumen con categorías, características y atributos de calidad en ellos encontrados.

b.2) Reconocer elementos de calidad que sean relevantes, a través de una comparación entre tablas para seleccionar aquellos elementos que se repitan con mayor frecuencia, para luego ubicarlos dentro de una de las características, subcaracterísticas o atributos presentes en el modelo ISO/IEC 25010, eliminando elementos redundantes y o equivalentes.



b.3) Descartar del QM las características y subcaracterísticas del modelo ISO/IEC 25010 que no se encuentren representados en las tablas resumen.

c) Los cinco pasos restantes del IQMC conducirán a la construcción del QM partiendo de las características de calidad, y la descomposición en subcaracterísticas, propiedades y medidas de acuerdo al catálogo del estándar ISO/IEC 25010.

3.- Probar el QM con la evaluación de dos plataformas de software MOOC que estén disponibles en el mercado y que sean de libre distribución, bajo los requerimientos de calidad de la Universidad de Cuenca.

Tanto la propuesta de estudio como sus resultados servirán de insumos para la escritura de artículos.

1.7. Estructura del proyecto de tesis

Este proyecto de tesis está estructurado en siete capítulos además de las secciones de conclusiones, recomendaciones, glosario de términos, índice de figuras, índice de tablas, bibliografía y anexos:

- El **Capítulo I Introducción** tiene como objetivo presentar el contexto en el que se desarrolló el presente proyecto de tesis: sus antecedentes y problemática, su justificación, objetivos y alcance propuesto.
- El **Capítulo II Marco Teórico** presenta la base teórica que sustenta el análisis y la propuesta de desarrollo del proyecto. El capítulo resume conceptos básicos relacionados a los MOOC, calidad de software y calidad en e-learning en base a la bibliografía revisada. Al final se desarrolla un breve estado del arte sobre la evaluación de la calidad de los MOOC.



- El **Capítulo III Metodología** describe de forma general la metodología a seguir en la Evaluación de la Calidad de los Sistemas de Información MOOC con el modelo de calidad ISO/IEC 25010. Se incluyen tres métodos en el desarrollo: el método *Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors* (DHARMA) basado en el uso de diagramas *i** para la definición de la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información, el método *Individual Quality Model Construction* (IQMC) para la construcción del *Modelo de Calidad de Software* (QM) aplicable a proyectos de adquisición o desarrollo de plataformas de software, y el método WORMS por sus siglas *Weigths, Objectives, Rules, Mismatches, Selection* en el proceso de prueba del QM resultante.
- El **Capítulo IV Calidad en el Dominio MOOC** busca sentar las bases para la construcción del Modelo de Calidad de Software para MOOC con la revisión de literatura relacionada a la calidad en el dominio MOOC en los últimos cinco años (2012 a 2016) sobre instrumentos e indicadores de evaluación, estudios comparativos, expectativas de calidad, modelos de calidad, etc. Se exponen las propuestas de modelos y los resultados más relevantes en éste ámbito.
- El **Capítulo V Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC** constituye el primer paso del método IQMC en la construcción del Modelo de Calidad de Software para MOOC, con apoyo del método *Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors* (DHARMA) basado en el uso de diagramas *i** para la definición de la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC.
- El **Capítulo VI Construcción del modelo de calidad de software** se enfoca en la utilización del método IQMC para la construcción del Modelo de Calidad de Software para MOOC, una vez sentados los conceptos de calidad en el dominio MOOC y de obtener la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC.



- El **Capítulo VII Validación del QM para Sistemas de Información MOOC** tiene como objetivo validar el QM para MOOC que se obtuvo en el capítulo anterior, para esto, el método WORMS conduce el proceso de evaluación de dos plataformas de software MOOC de libre distribución bajo los requerimientos de calidad de la Universidad de Cuenca.
- Las **Conclusiones y Recomendaciones** que resultaron del desarrollo del proyecto de tesis se presentan en una sección al término de los capítulos. Se muestra también un resumen del esfuerzo realizado en las distintas actividades propuestas para la elaboración del proyecto, así como algunas líneas de trabajo futuras en relación a la misma.
- Se incluye también un **Glosario de términos y abreviaturas** con palabras que se mencionan en este estudio y que podrían requerir de una definición o explicación adicional para una mejor comprensión del texto. El catálogo de palabras pertenece al campo de estudio de calidad en MOOC y al ámbito de software.
- Finalmente se enumera y adjuntan en archivos digitales los anexos de este documento que incluyen: el QM para MOOC con factores de calidad técnicos y no técnicos, el proceso de evaluación de dos plataformas de libre distribución para la Universidad de Cuenca y dos artículos científicos aceptados y publicados en revistas indexadas, que fueron elaborados durante el periodo de desarrollo de este trabajo con ponencias en congresos internacionales.



CAPITULO II

MARCO TEORICO

La teoría presente en este capítulo constituye la base que sustenta el análisis y la propuesta de desarrollo del proyecto de tesis. El capítulo resume conceptos básicos relacionados a los MOOC, calidad de software y calidad en e-learning en base a la bibliografía revisada. Al final se desarrolla un breve estado del arte sobre la evaluación de la calidad de los MOOC.



2.1. Conceptos básicos relacionados a los MOOC

La introducción de las tecnologías de la información y comunicación TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje son una realidad, por lo que, en este punto se presentan un concepto general de e-learning, el significado de un curso en esta modalidad de estudio y el concepto de MOOC con sus características y tipos existentes.

2.1.1. ¿Qué es e-learning?

El concepto de e-learning ha sido adoptado como el proceso enseñanza–aprendizaje que generalmente usa Internet en la educación, se trata de una **formación virtual** que se formaliza a través de métodos y herramientas de calidad.

2.1.2. ¿Qué es un curso en modalidad e-learning?

Un curso en modalidad e-learning no es igual a poner una presentación de powerpoint en internet, la presentación de información no garantiza que exista aprendizaje. La efectividad de un curso en modalidad e-learning depende en gran medida de que tenga suficientes practicas, ejercicios, recursos didácticos de apoyo, evaluaciones formativas y medios de comunicación que permitan a los participantes aplicar sus nuevos conocimientos o habilidades; de lo contrario estaríamos hablando de e-reading (Morales, 2016).

2.1.3. ¿Qué es un MOOC?

Los MOOC cuyo significado es Massive Open Online Course, en español COMA Cursos Online Masivos y Abiertos, son una modalidad de formación virtual que está presente en el panorama educativo actual y que responde a una concepción determinada de e-learning.

El movimiento MOOC surge de un proceso de innovación en el ámbito de la formación de conocimiento abierto, orientado por los principios de difusión masiva y gratuita de los contenidos e intermediado por modelos de aplicación online, interactivos y colaborativos. La sigla MOOC fue usada por Dave



Cormier e Bryan Alexander, para designar este tipo de curso y el primer curso MOOC aparece en septiembre de 2008 en Canadá por George Siemens, Stephen Downes y Dave Cormier (Aguaded & Medina-Salguero, 2015). Desde entonces, el fenómeno MOOC traspasó con inmediatez fronteras, para convertirse en una magnitud insospechada en el ámbito educativo superior y de la formación laboral (García Aretio, 2015)

2.1.4. ¿Cuáles son las características de los MOOC?

De acuerdo al informe MOOC y criterios de calidad (CRUE-TIC, 2015) Las características de los MOOC se basan en las siguientes premisas:

- **Ser un curso:** Debe contar con una estructura orientada al aprendizaje, que suele conllevar material y una serie de pruebas o evaluaciones para acreditar el conocimiento adquirido.
- **Tener carácter masivo:** El número de posibles matriculados es, en principio, ilimitado, o bien en una cantidad muy superior a la que podría contarse en un curso presencial. El alcance es global y no necesariamente universitario.
- **En línea:** El curso es a distancia pensado en Internet como principal medio de comunicación.
- **Abierto:** Los usuarios pueden inscribirse de manera gratuita en los cursos y sin restricciones. Posteriormente, finalizado el curso pueden solicitar un certificado de superación.

Estos cursos comparten muchos conceptos relacionados con la formación a distancia tales como la tutorización de los estudiantes, la programación de actividades, inscripción en el curso, planificación semanal. Generalmente están diseñados con apoyo de material audiovisual para facilitar el aprendizaje y fomentar la participación de los estudiantes. Esta oferta se ha hecho popular por la aparición de consorcios donde se adhieren las universidades y otras instituciones: (Coursera <https://www.coursera.org/>, EdX <https://www.edx.org/>, Udacity <http://www.udacity.com/>, MiriadaX <http://miriadax.net/>).



2.1.5. ¿Qué tipos de MOOC existen?

En el estudio de las tipologías de MOOC: su diseño e implicaciones educativas (Cabero Almenara, Llorente Cejudo, & Vázquez Martínez, 2014) sus autores indican que los MOOC se presentan bajo una diversidad de organización y diseño, que no solo implican visiones diferentes sobre lo que debe ser el proceso formativo, sino también respecto a lo que en el mismo debe hacer el alumnado, las formas en que deben ser evaluados, lo que deben hacer en los mismos, y las maneras de diseñar los contenidos. La tendencia es a considerar dos tipos básicos de MOOC, que suelen denominarse: **xMOOC** y **cMOOC** (Department for Business, Innovation and Skills, 2013; Scopeo, 2013; Vázquez et al., 2013; Downes, 2012; Siemens, 2012; Hill, 2012).

Los xMOOC tienden a ser cursos universitarios tradicionales de e-learning que se adaptan a las características de las plataformas de los MOOC, mientras que los cMOOC se apoyan en la filosofía del aprendizaje conectivista de George Siemens y Stephen Downes.

Distintos autores (Martí, 2012; Scopeo, 2013), amplían esta división con un modelo que se podría considerar como híbrido de los dos anteriores, y que tiende a apoyarse en la realización de tareas por parte del estudiante. Concretamente Martí (2012), enuncia tres grandes tipos de MOOC basados en diferentes aspectos como son: contenidos, aprendizaje distribuido en red y las tareas.

Para finalizar estas referencias a los tres modelos de MOOC señalados, se debe indicar que cada uno de ellos recibe sus planteamientos para el diseño de los materiales desde perspectivas teóricas diferentes; así los xMOOC vienen marcados desde la posición objetivista, los tMOOC desde la visión constructivista, y los cMOOC desde la conectivista. Al mismo tiempo los más formalizados y estructurados son los xMOOC, posteriormente nos encontramos con los tMOOC, y finalmente los cMOOC.



La revisión que hemos realizado nos permite apuntar algunas ideas para que sean consideradas por aquellas personas que quieran incorporar los MOOC a la práctica educativa. Y la primera es reflexionar antes de su puesta en acción el tipo de MOOC que queremos poner en funcionamiento, pues ello repercutirá desde su forma de diseño, la estructura organizativa que se movilice, y el papel que jugarán los participantes en la acción formativa.

2.2. Calidad de software

La calidad del software es una preocupación a la que se dedican muchos esfuerzos, sin embargo, el software casi nunca es perfecto. A continuación se presentan algunos conceptos de calidad y modelos de calidad de software.

2.2.1. ¿Qué es calidad?

El concepto de calidad es definido por el Diccionario de la Lengua Española como *“una propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor”*. La calidad también se define como *“grado en que un conjunto de características inherentes cumple con unos requisitos”* (ISO 9000, 2015). El Aseguramiento de la Calidad pretende dar confianza en que el producto reúne las características necesarias para satisfacer todos los requisitos del Sistema de Información. (Ministerio de Hacienda y Administración Pública)

2.2.2. ¿Qué es un Modelo de Calidad de Software o QM?

Un Modelo de Calidad de software (Quality Model en inglés) o QM se define como *“el conjunto de factores de calidad, y de relaciones entre ellos, que proporciona una base para la especificación de requisitos de calidad y para la evaluación de la calidad”* (ISO 8402, 1995). Normalmente, los factores de calidad que aparecen en el modelo pueden utilizarse como una lista de verificación (checklist) para todas aquellas cuestiones relacionadas con la calidad del software.



Los modelos de calidad de software proporcionan un marco para medir y evaluar la calidad de sistemas de software. Ellos son la base sobre la cual se clasifican los requisitos y puede ser utilizado para guiar la cuantificación de estos requisitos, especialmente los requisitos no funcionales. (Carvallo, Franch, & Quer, 2015). La evaluación de la calidad de un producto de software juega un papel fundamental tanto en la selección de componentes de software, como en la valoración de un producto resultante de un proyecto de desarrollo. Los QM, son artefactos específicamente diseñados y contruidos para apoyar en estos procesos.

Los QM se estructuran generalmente como una jerarquía multinivel, ya sea un árbol o un grafo dirigido, (ver Figura 2.1) en donde los factores de calidad más genéricos se descomponen en otros más particulares, y eventualmente en medidas que permiten evaluar las distintas propiedades de un producto de software (Villalta & Carvallo, 2015). En general todas las propuestas de QM incluyen elementos de alto nivel, utilizados con propósitos de clasificación, y elementos de bajo nivel, utilizados con propósitos de descripción detallada y evaluación de atributos observables.

Se observa una falta de uniformidad en la nomenclatura utilizada en diversos estándares, métodos de construcción y en general en la literatura relacionada a calidad de software (se usan indistintamente términos como “factor”, “atributo”, “característica”, “medida”, “métrica”, etc.). Por tal motivo, este trabajo de tesis plantea el uso de los términos: **características, subcaracterísticas, atributos y medidas de calidad** como el vocabulario a emplearse en la construcción del QM, esta selección de términos se fundamenta en el estándar ISO/IEC 25010 y en la definición que les otorga el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (Ver Glosario de Términos).

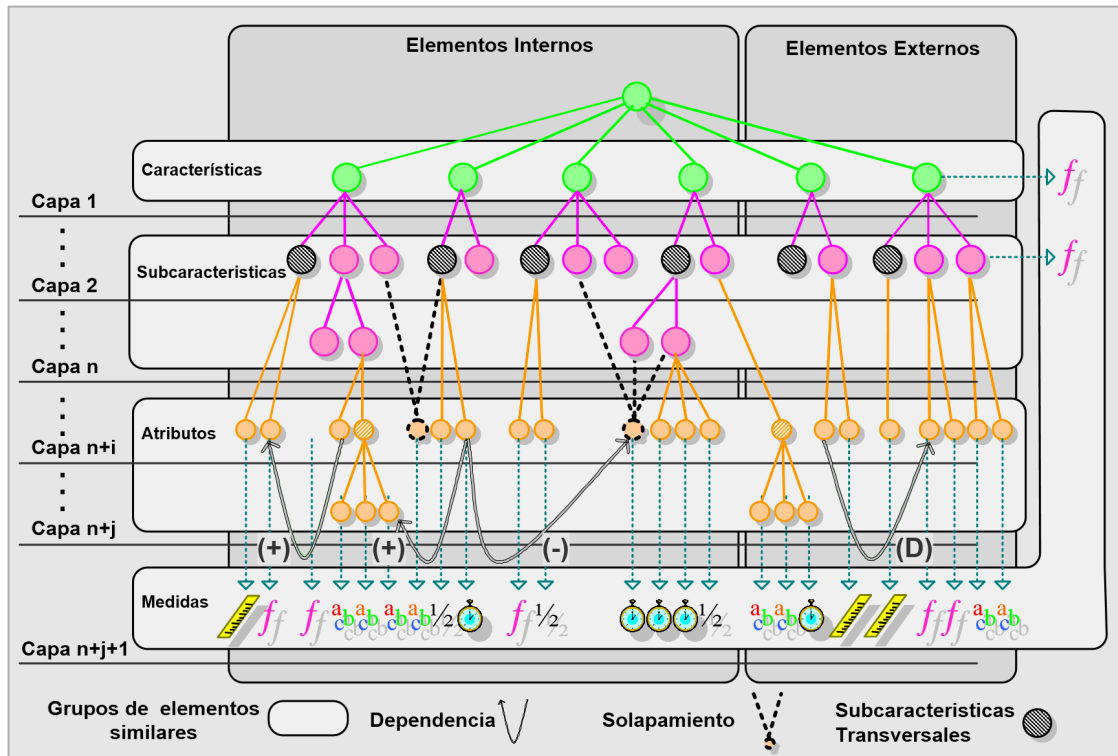


Figura 2.1. Propiedades estructurales de los modelos de calidad de software.

2.2.3. Elección del método de construcción del QM

En la construcción de modelos de calidad se debe tomar en consideración elementos que afectan el desarrollo como son: el equipo de desarrollo, el dominio de conocimiento sobre el que se construye y factores metodológicos. En (Bermeo, Sánchez, Maldonado, & Carvallo, 2016) se define un método como: “un enfoque organizado basado en la aplicación de alguna técnica. Un método tiene asociada una técnica, así como un conjunto de directrices acerca de cómo y cuándo aplicarlas, cuando dejar de aplicarlas, cuando la técnica es apropiada y cómo podemos evaluarla”.

Los QM conocidos aunque proporcionan algunas orientaciones metodológicas sobre cómo construir modelos de calidad de software, fallan en proporcionar técnicas para apoyar estas directrices u orientación de qué técnicas utilizar o cuándo deben ser aplicadas, en el proceso de construcción de modelos de calidad.



En tanto que, el método *Individual Quality Model Construction* o *Modelo de Construcción de Calidad Individual* (IQMC) proporciona un conjunto de guías y técnicas para la identificación de los factores de calidad apropiados y que deben ser incluidos en un modelo de calidad que permita analizar la calidad de componentes pertenecientes a un dominio de software. IQMC adopta un enfoque de construcción mixto partiendo de un catálogo preexistente p.e., ISO/IEC 25010.

2.3. Calidad en e-learning

El e-learning como formación virtual exige ciertos parámetros de calidad que garanticen su efectividad, a continuación se presentan las perspectivas de calidad y un resumen de los estándares y los criterios de calidad de e-learning que aportarán en la construcción del QM para MOOC.

2.3.1. Calidad en la formación virtual y en los MOOC

La formación virtual exige un diseño instructivo y producción de materiales específicos, adecuados al medio, considerando los diferentes estilos de aprendizaje y posibles limitaciones técnicas (software y hardware).

La calidad de la formación virtual, puede verse entonces desde dos perspectivas:

- (1) Perspectiva tecnológica, en donde se valora la calidad de la plataforma a través de la cual se implementa el e-learning (herramientas y recursos que brinda), y
- (2) Perspectiva didáctica o pedagógica que regularmente aplica modelos provenientes de la formación presencial en la educación tradicional.

La estimación de la calidad en los MOOC al igual que otras modalidades e-learning podría ser clasificada en dos categorías: calidad del sistema o plataforma de software y calidad de las características del aprendizaje (Anal & Devadatta, 2013), ésta última tiene que ver con contenidos, métodos e impacto en el aprendizaje.



2.3.2. Estándares de e-learning

Un estándar de e-learning se refiere a un conjunto de reglas en común para las compañías dedicadas a la tecnología e-learning. Estas reglas especifican cómo los fabricantes pueden construir cursos on-line y las plataformas sobre las cuales son impartidos estos cursos de tal manera de que puedan interactuar unas con otras.

Los estándares comunes son requisitos indispensables para el éxito de la economía del conocimiento y para el futuro del e-learning. En la tabla 2.1. se presentan una tabla con la relación entre las organizaciones y el número de estándares, normativas o recomendaciones publicadas en relación al e-learning.

Organización	Número de Estándares
ADL	3
AENOR	5
AICC	9
CANCORE	1
CEN	19
Content Guard	1
CORDRA	1
EdNA	1
EFQM	1
EFQUEL	1
HR-XML	1
IEEE	6
IMS	23
ISO/IEC	14
LORN	1
OAI	2
OASIS	1
ODRL	1
OKI	1
OMA	1
PROLEARN	1
SIF	1
W3C	6
Número Total	101

Tabla 2.1. Relación organizaciones - número de estándares publicados.



Hilera González & Hoya Marín (2010) en su guía de consulta de estándares de e-learning indican que éstos son el vehículo a través del cual será posible dotar de flexibilidad a las soluciones de aprendizaje virtual, tanto en contenido como en infraestructura. Así también señalan que esta convergencia de tecnologías de e-learning es muy importante para los consumidores de estas tecnologías, debido a que los productos que cumplan estos estándares no quedarán obsoletos a corto plazo, protegiendo así las inversiones realizadas en este tipo de productos. Los autores de la guía, después de realizar un análisis exhaustivo de todas las especificaciones de los estándares de la tabla 2.1 y bajo estrictos criterios de clasificación, han creado doce categorías de estándares de e-learning que se resumen a continuación:

- (1) **Accesibilidad:** se define como la posibilidad de que un producto o servicio pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas. Además, el término accesibilidad puede ser entendido como la capacidad de los sistemas de ajustar la interfaz de usuario, el entorno de aprendizaje, y de localizar los recursos y las propiedades de los mismos, con la finalidad de adaptarse a las necesidades y preferencias del usuario de modo que los contenidos sean proporcionados del modo más cómodo posible para éste (ISO/IEC 24751). Están incluidos en esta categoría los estándares, normativas o recomendaciones que faciliten el acceso a los recursos educativos virtuales a cualquier tipo de persona (ya sea acceso a hardware, software o a los contenidos), y aquellos que sean capaces de adaptar la interfaz de usuario a sus necesidades
- (2) **Arquitectura:** Todo sistema de e-learning debe estar soportado por una arquitectura, que le permita operar entre los diferentes usuarios, contenidos, y sistemas. Una arquitectura e-learning debería ser (Cisco, 2001): abierta, escalable, global, integrada, flexible y adaptable. Están englobadas en esta categoría todas aquellas recomendaciones, estándares o normas dedicadas a definir una arquitectura hardware o de protocolos útil y efectiva capaz de soportar un sistema o plataforma e-learning de un modo sólido y confiable.



- (3) **Calidad:** Incluye aquellos estándares, normas o recomendaciones que ayuden a crear enfoques de calidad para el desarrollo de productos e-learning, que basándose en una serie de criterios e indicadores bien definidos, establezcan una clasificación o evaluación de cualquier plataforma o contenido relacionado con el aprendizaje virtual, con la intención de orientar al consumidor o desarrollador a elegir o desarrollar un producto.
- (4) **Competencias:** se entienden aquellas características, habilidades o conocimientos específicos, y medibles que uno puede poseer y que serán necesarias para realizar un trabajo o una tarea determinados, por lo que las competencias serán un factor clave y necesario para la evaluación de los alumnos. Esta categoría abarcará los estándares, recomendaciones o normas dedicadas a la creación de un modelo útil de competencias de los alumnos, así como aquellos estándares que traten de distribuir las mismas entre diferentes sistemas.
- (5) **Contenidos y Evaluación:** El proceso de enseñanza no es comprensible si no se tienen en cuenta los materiales didácticos o contenidos que serán impartidos en cada curso. En el mundo del e-learning, debido a sus peculiaridades, se hace imprescindible la creación de patrones que definan las características que los contenidos deben tener para poder ser agregados a las distintas plataformas de software para e-learning, así como el modo en que estos deberán ser empaquetados con la finalidad de facilitar su intercambio y su reusabilidad. Esta categoría incluye aquellos estándares creados para la gestión de contenidos e-learning, abarcando desde los modelos de agregación, intercambio, y empaquetamiento de contenidos; hasta los estándares enfocados a la evaluación de dichos contenidos.
- (6) **Derechos Digitales:** Las ventajas de distribución que ofrece hoy en día Internet se pueden volver en contra cuando se habla de contenido propietario, ya que a priori no existe ningún método para controlar esta



distribución. Los derechos digitales surgen para limitar el uso de contenido y material protegido y así evitar su distribución de manera ilegal a través de la red. En categoría engloba los estándares, normativas o recomendaciones encargados de la expresión, gestión y entrega, o autorización de contenidos mediante derechos digitales.

- (7) **Información del Alumno:** Pertenecerán a esta categoría todas aquellas especificaciones que traten sobre el almacenamiento y gestión de información sobre un alumno o un grupo de ellos, en un entorno de e-learning, de modo que se mantenga su privacidad en todas las etapas del proceso educativo.
- (8) **Interoperabilidad** (Cooperación): Están incluidos en esta categoría los estándares, normas o recomendaciones que pretendan facilitar el intercambio de información entre elementos de software (por ejemplo entre objetos de aprendizaje y sistemas de administración de aprendizaje) en tiempo de ejecución, y aquellos estándares cuyo objetivo sea el de resolver las incompatibilidades hardware o software que este intercambio de información pueda presentar a priori.
- (9) **Metadatos:** En el mundo del e-learning, los metadatos permiten crear una serie de etiquetas que describan las características más importantes de recursos educativos a los que se apliquen, haciendo más eficiente su búsqueda y utilización. Todo esto hace imprescindible la aparición de metadatos en e-learning, y con ella la aparición de estándares que normalicen el modo de definirlos y gestionarlos.
- (10) **Proceso de Aprendizaje:** Esta categoría incluye aquellos estándares que traten de definir de algún modo teorías pedagógicas o de secuenciamiento de contenidos que adapten el proceso de aprendizaje a cada alumno en función de su interacción con el sistema o plataforma de educación.



- (11) **Repositorios:** Los repositorios digitales son contenedores o depósitos de documentos digitales cuyo objetivo es organizar, archivar, presentar y difundir información o datos, en este caso relacionados con el e-learning. Pertenecen a esta categoría aquellos estándares, normas o especificaciones encargados de describir los contenidos y desarrollos de los repositorios digitales, y aquellos encargados proporcionar modelos de información y protocolos para habilitar la interoperabilidad entre diferentes repositorios, tanto para las operaciones de búsqueda como en las de publicación y almacenamiento a través de la red.
- (12) **Vocabulario y Lenguajes:** Pertenecen a esta categoría aquellos estándares, normas y recomendaciones que definan vocabularios o lenguajes que favorezcan el entendimiento e intercambio de información a lo largo del proceso de enseñanza virtual, y aquellos que traten de minimizar el impacto que la aplicación de un lenguaje o vocabulario pueda tener en diferentes áreas geográficas debido a las diferencias lingüísticas o culturales que esta puede introducir.

2.3.3. Catálogo de características del modelo ISO/IEC 25010

El estándar ISO/IEC 25010 *Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation* (SQuaRE) consta de dos partes: Un modelo de calidad de producto de software compuesto de ocho características, que se subdividen en subcaracterísticas y un modelo de calidad en uso del sistema compuesto de tres características, que se subdividen en subcaracterísticas. En este estudio se evalúa los MOOC con base en el modelo de calidad del producto de software para establecer sus requisitos de calidad como producto de software.

El proceso de selección de las características y subcaracterísticas del modelo que resulten relevantes para los MOOC y que formarán parte de la construcción del QM se describe en el capítulo VI Construcción del Modelo de Calidad de Software de este documento.

Tomado desde (iso25000.com) a continuación en la Figura 2.2 se muestra el diagrama del **modelo de calidad del producto de software ISO/IEC 25010** y se discuten brevemente las características y subcaracterísticas que incluye este modelo de calidad.

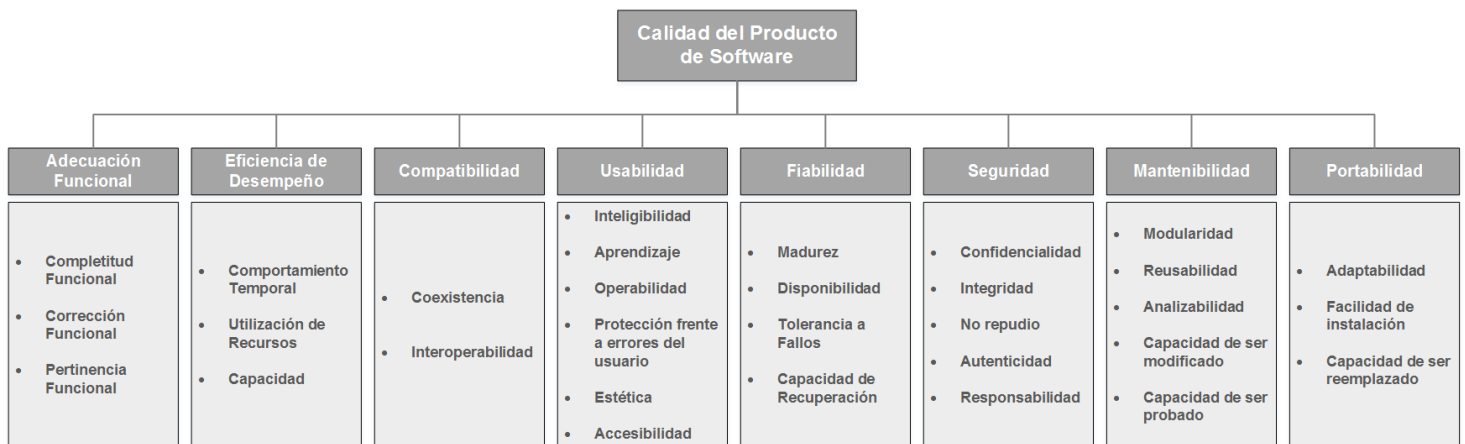


Figura 2.2. Modelo de calidad del producto definido por la ISO/IEC 25010.

(1) **Adecuación Funcional:** “Capacidad para proporcionar funciones que satisfacen las necesidades declaradas e implícitas, cuando el producto se usa en las condiciones especificadas”. Se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Completitud funcional.** Grado en el cual el conjunto de funcionalidades cubre todas las tareas y los objetivos del usuario.
- **Corrección funcional.** Capacidad del producto o sistema para proveer resultados correctos con el nivel de precisión requerido.
- **Pertinencia funcional.** Capacidad del producto software para proporcionar un conjunto apropiado de funciones para tareas y objetivos de usuario especificados.

(2) **Eficiencia de desempeño:** “Representa el desempeño relativo a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones”. Se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Comportamiento temporal.** Los tiempos de respuesta y procesamiento y los ratios de throughput de un sistema cuando lleva a cabo sus funciones bajo condiciones determinadas en relación con un banco de pruebas (benchmark) establecido.



- **Utilización de recursos.** Las cantidades y tipos de recursos utilizados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones determinadas.
- **Capacidad.** Grado en que los límites máximos de un parámetro de un producto o sistema software cumplen con los requisitos.

(3) **Compatibilidad:** “Capacidad de dos o más sistemas para intercambiar información y/o llevar a cabo sus funciones requeridas cuando comparten el mismo entorno de hardware o software”. Se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Coexistencia.** Capacidad del producto para coexistir con otro software independiente, en un entorno común, compartiendo recursos comunes sin detrimento.
- **Interoperabilidad.** Capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.

(4) **Usabilidad:** “Capacidad para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones”. Se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Capacidad para reconocer su adecuación.** Capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.
- **Capacidad de aprendizaje.** Capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación.
- **Capacidad para ser usado.** Capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
- **Protección contra errores de usuario.** Capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores.
- **Estética de la interfaz de usuario.** Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.
- **Accesibilidad.** Capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.



(5) **Fiabilidad:** “Capacidad para desempeñar las funciones especificadas, cuando se usa bajo unas condiciones y periodo de tiempo determinados”. Se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Madurez.** Capacidad del sistema para satisfacer las necesidades de fiabilidad en condiciones normales.
- **Disponibilidad.** Capacidad del sistema o componente de estar operativo y accesible para su uso cuando se requiere.
- **Tolerancia a fallos.** Capacidad del sistema o componente para operar según lo previsto en presencia de fallos hardware o software.
- **Capacidad de recuperación.** Capacidad para recuperar los datos directamente afectados y restablecer el estado deseado del sistema en caso de interrupción o fallo.

(6) **Seguridad:** “Capacidad de protección de la información y los datos de manera que personas o sistemas no autorizados no puedan leerlos o modificarlos”. Se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Confidencialidad.** Capacidad de protección contra el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente.
- **Integridad.** Capacidad del sistema o componente para prevenir accesos o modificaciones no autorizados a datos o programas de ordenador.
- **No repudio.** Capacidad de demostrar las acciones o eventos que han tenido lugar, de manera que dichas acciones o eventos no puedan ser repudiados posteriormente.
- **Responsabilidad.** Capacidad de rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad.
- **Autenticidad.** Capacidad de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso.

(7) **Mantenibilidad:** Capacidad para ser modificado efectiva y eficientemente, debido a necesidades evolutivas, correctivas o perfectivas. Se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:



- **Modularidad.** Capacidad de un sistema o programa de ordenador (compuesto de componentes discretos) que permite que un cambio en un componente tenga un impacto mínimo en los demás.
- **Reusabilidad.** Capacidad de un activo que permite que sea utilizado en más de un sistema software o en la construcción de otros activos.
- **Analizabilidad.** Facilidad con la que se puede evaluar el impacto de un determinado cambio sobre el resto del software, diagnosticar las deficiencias o causas de fallos en el software, o identificar las partes a modificar.
- **Capacidad para ser modificado.** Capacidad del producto que permite que sea modificado de forma efectiva y eficiente sin introducir defectos o degradar el desempeño.
- **Capacidad para ser probado.** Facilidad con la que se pueden establecer criterios de prueba para un sistema o componente y con la que se pueden llevar a cabo las pruebas para determinar si se cumplen dichos criterios.

(8) **Portabilidad:** “Capacidad del producto o componente de ser transferido de forma efectiva y eficiente de un entorno hardware, software, operacional o de utilización a otro”. Se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- **Adaptabilidad.** Capacidad del producto que le permite ser adaptado de forma efectiva y eficiente a diferentes entornos determinados de hardware, software, operacionales o de uso.
- **Capacidad para ser instalado.** Facilidad con la que el producto se puede instalar y/o desinstalar de forma exitosa en un determinado entorno.
- **Capacidad para ser reemplazado.** Capacidad del producto para ser utilizado en lugar de otro producto software determinado con el mismo propósito y en el mismo entorno.



2.4. Estado del arte sobre la evaluación de la calidad en los MOOC

Para el 2016, se pueden encontrar múltiples artículos que desde diferentes enfoques y utilizando también indicadores diversos y variados, han ido analizando cuáles podrían ser los criterios a considerar en la elaboración o evaluación de un curso MOOC de calidad (Guerrero Romera, 2015). Los autores inciden en la importancia que tienen los enfoques pedagógicos: diseño curricular, actividades y evaluaciones (calidad de las características del aprendizaje), pero tienen menor coincidencia en cuáles deberían ser los elementos a evaluar desde un enfoque tecnológico en relación a la plataforma educativa: elementos de acreditación, certificación o gestión (calidad del sistema o plataforma de software).

El informe mas reciente sobre el estado de arte en relación a la evaluación de la calidad de cursos MOOCs, fue presentado por Meléndez, Pinillos, & Romá, en el primer semestre del 2016, este estudio basado en una búsqueda sistemática presentó entre sus resultados:

- (1) Que la calidad en cursos MOOC es un tema poco tratado en la literatura, por lo que las propuestas surgen como una adaptación de la evaluación de los modelos de calidad en e-learning.
- (2) La mayoría de indicadores de calidad de los MOOC se relacionan con: planificación-programa-introducción, diseño-estructura, recursos y evaluación, y
- (3) La investigación ha demostrado que en los MOOC también es posible aplicar estándares para evaluar la calidad, así como herramientas y modelos para evaluar la metodología del curso y aspectos técnicos.

No obstante, uno de los retos precisamente señalados en este sentido es la necesidad de seguir avanzando en la investigación. Lo que suceda con los MOOC en adelante, la propia investigación lo irá descubriendo.



CAPITULO III

METODOLOGIA

Este capítulo describe de forma general la metodología a seguir en la Evaluación de la Calidad de los Sistemas de Información MOOC con el modelo de calidad ISO/IEC 25010. Se incluyen tres métodos en el desarrollo: el método *Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors* (DHARMA) basado en el uso de diagramas *i** para la definición de la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información, el método *Individual Quality Model Construction* (IQMC) para la construcción del *Modelo de Calidad de Software* (QM) aplicable a proyectos de adquisición o desarrollo de plataformas de software, y el método WORMS por sus siglas *Weights, Objectives, Rules, Mismatches, Selection* en el proceso de prueba del QM resultante.

3.1. Panorama de la metodología empleada

En la Evaluación de la Calidad de los Sistemas de Información MOOC con el modelo de calidad ISO/IEC 25010, se emplean tres métodos como instrumentos en el desarrollo de todo el proceso, que pueden ser iterados y entrelazados en cualquier extensión requerida (ver Figura 3.1):

- El método *Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors* (DHARMA) basado en el uso de diagramas i^* para la definición de la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC, que integra requisitos de calidad tecnológicos y pedagógicos.
- El método *Individual Quality Model Construction* (IQMC) para la construcción del *Modelo de Calidad de Software* (QM) para MOOC aplicable a proyectos de adquisición o desarrollo de plataformas de software MOOC.
- El método *Weighths, Objectives, Rules, Mismatches, Selection* (WORMS) para poner a prueba el QM resultante de la actividad anterior con la evaluación de calidad de dos plataformas MOOC de libre distribución y bajo los requerimientos de calidad de la Universidad de Cuenca.

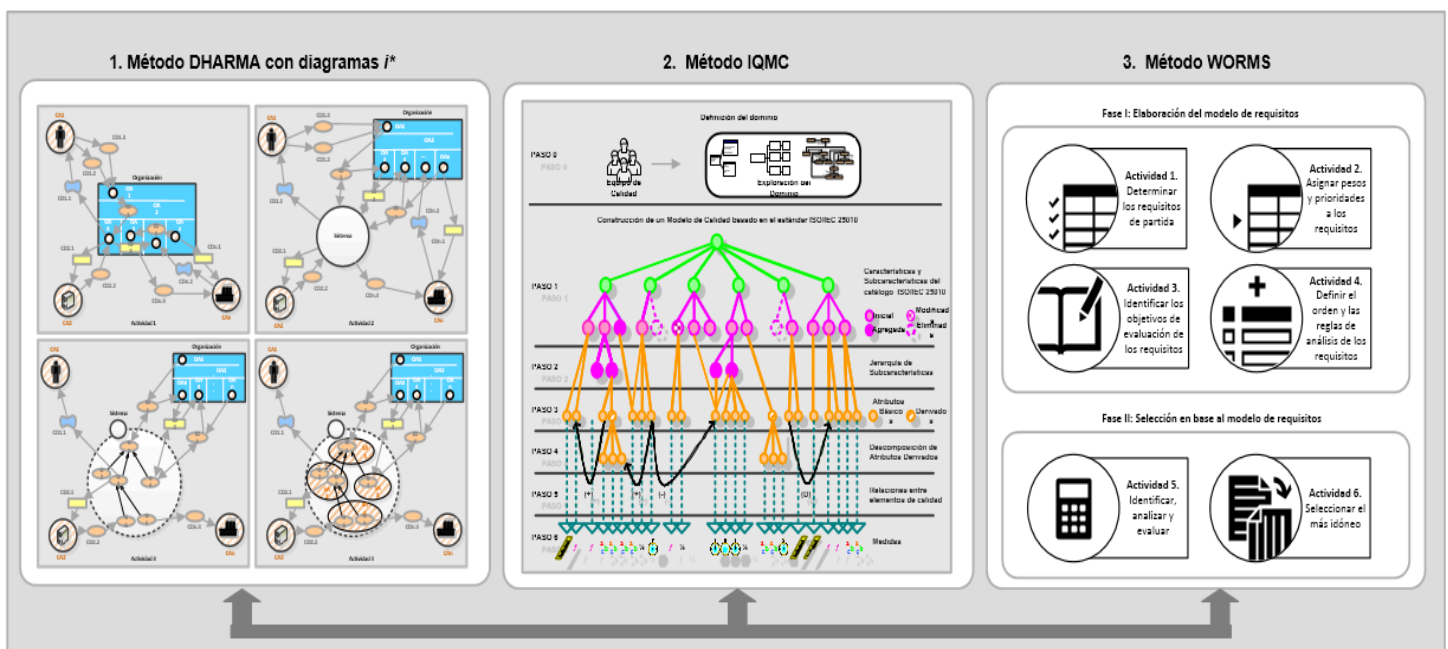


Figura 3.1. Panorama de la metodología empleada.



3.2. Introducción al modelado en i^*

El marco i^* fue formulado para representar, modelar y razonar acerca de sistemas sociotécnicos (ej. sistemas de información). Su lenguaje de modelado está constituido básicamente por un conjunto de construcciones gráficas que pueden utilizarse en dos modelos: el modelo de *dependencia estratégica* (SD por sus siglas en inglés), que permite la representación de los actores organizacionales (nivel intencional), y el modelo de *razonamiento estratégico* (SR por sus siglas en inglés), que representa la lógica al interior de los actores (nivel racional).

Un **modelo SD** consiste de un grupo de nodos que representan actores y un grupo de dependencias que representan las relaciones entre ellos. Los **actores** a ser incluidos en los modelos SD (de acuerdo al método DHARMA, descrito en la siguiente sección) se clasifican como humano, organizacional, de software o hardware. Los actores se pueden relacionar por medio de la relación de herencia is-a (subclasificación) y pueden tener dependencias sociales. Una **dependencia** es una relación entre dos actores, uno de ellos, llamado dependum, que depende de la realización de alguna intención interna de un segundo actor, llamado dependee. La dependencia se caracteriza entonces por un elemento intencional que representa el objeto de la dependencia. Existen cuatro tipos de elementos intencionales (ver Figura 3.2):

- **Recursos** representan elementos físicos o lógicos requeridos por los actores para alcanzar sus objetivos, se representan por un rectángulo (ej., dependencia Información de cursos ofertados).
- **Tareas** representan una forma específica de alcanzar los objetivos, son actividades que produce cambios en el mundo. Se representa por un hexágono (ej., dependencia Resolver dudas por email).
- **Objetivos** usualmente significan servicios o requerimientos funcionales, se representan por un ovalo (ej., dependencia Dudas aclaradas) y
- **Objetivos blandos** generalmente se introducen para la representación de requisitos no funcionales y de calidad, representan un objetivo que puede ser parcialmente satisfecho o que requiere de un acuerdo



adicional acerca de cómo se debe satisfacer. Se representan por un ovalo achatado (ej., dependencias Atención oportuna o Calidad del Producto o Servicio).

También es posible definir la importancia (fuerza) de la dependencia para cada uno de los actores involucrados utilizando tres categorías: abierta, comprometida o crítica.

Un **modelo SR** por su parte, permite visualizar los elementos intencionales en la frontera de un actor a fin de refinar el modelo SD con capacidades de razonamiento.

Las **dependencias** del modelo SD están vinculadas a elementos intencionales dentro de la frontera del actor. Los elementos incluidos en el modelo SR se descomponen conforme a dos tipos de vínculos:

- Vínculos **medios-fin** que establecen que uno o más de los elementos intencionales son los medios que contribuyen a la consecución de un fin.
- Vínculos **tarea-descomposición** que establecen la descomposición de una tarea en diferentes elementos intencionales. Existe una relación AND cuando una tarea se descompone en más de un elemento intencional.

La notación gráfica se presenta en la Figura 3.2 en la que se ilustra la descomposición de un sistema de tutoría. A la izquierda se presenta el modelo SR de un tutor y las relaciones jerárquicas entre los elementos intencionales internos. A la derecha se presentan las dependencias SD entre un alumno y el tutor. Los actores se pueden especializar en agentes, roles y posiciones. Una posición cubre roles. Los agentes representan instancias particulares de personas, máquinas o software dentro de la organización y ocupan posiciones (y como consecuencia, juegan los roles cubiertos por esas posiciones). Los actores y sus especializaciones pueden ser descompuestos en otros actores utilizando la relación es-parte-de.

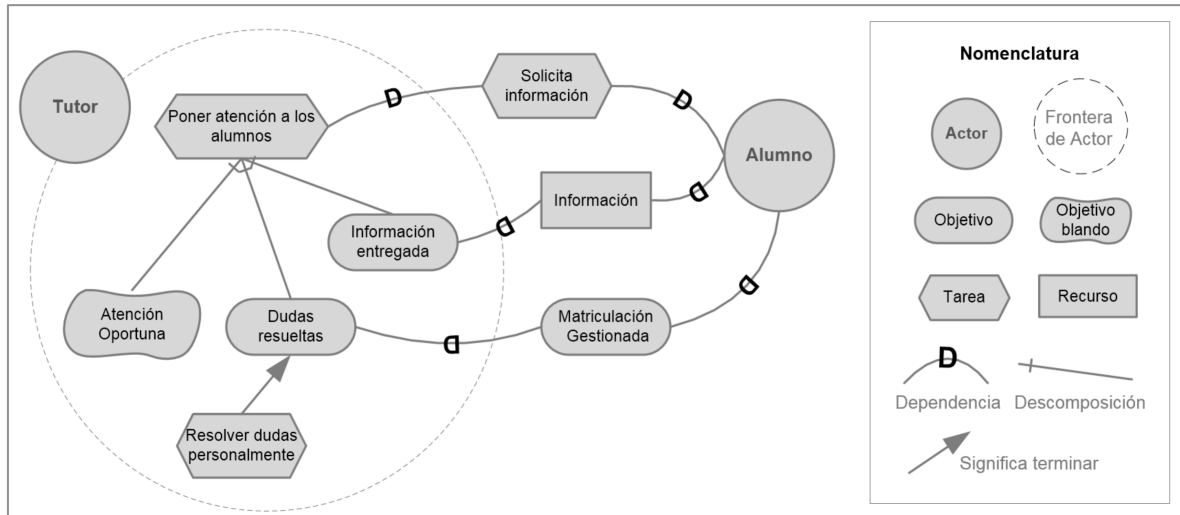


Figura 3.2. Ejemplo de un modelo i^* para un sistema de tutoría académica.

3.3. Visión general del método DHARMA

El método DHARMA (abreviatura del inglés *Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors*) tiene por objetivo definir arquitecturas de *Sistemas de Información* (SI) utilizando el marco i^* como herramienta fundamental de modelado. El proceso asociado al método DHARMA se inicia con el modelado del entorno de la organización y concluye con la identificación de la arquitectura genérica del SI. Por arquitectura genérica entendemos la identificación de los actores que estructuran un sistema de información, los servicios que deben ser cubiertos por cada uno de ellos y las relaciones existentes entre los mismos.

El concepto de actor es pues central en el método DHARMA y por ello el marco i^* se revela altamente indicado. Los actores del sistema representan dominios atómicos para los cuales se pueden identificar componentes de software. Por dominio atómico entendemos una agrupación de funciones que proporcionan un valor al usuario, de tal manera que ningún subconjunto propio de tal agrupación representa otro dominio significativo.

Como marco estratégico el método DHARMA se basa en los modelos de las cinco fuerzas de mercado y la cadena de valor descritos por Porter (Porter, 1980). El primero de estos modelos está diseñado para ayudar a las organizaciones a analizar la influencia de las cinco fuerzas de contexto en sus



negocios y razonar acerca de las potenciales estrategias disponibles para hacerlo rentable. Con el fin de balancear las fuerzas, las empresas necesitan adoptar una organización interna conocida como Cadena de Valor, la cual engloba las cinco actividades primarias de valor y cuatro actividades de soporte, requeridas para generar valor y eventualmente un margen (diferencia entre el valor total generado y el costo de realizar las actividades de valor). Las actividades primarias son el núcleo y son específicas del negocio mientras que las de soporte son transversales a todas ellas.

El método ha sido concebido como cuatro actividades básicas que pueden ser iteradas o intercaladas (ver Figura. 3.3):

- (1) **El modelado del entorno de la organización.** La organización y su modelo de negocio son estudiados en detalle, a fin de identificar el rol que juega en relación a su contexto. Este análisis hace evidentes los diversos tipos de actores en su entorno y las necesidades estratégicas existentes entre ellos y la organización. Los modelos SD de i^* son utilizados para soportar el razonamiento y representar los resultados. Esta actividad requiere abordar al menos dos sub-actividades, la identificación de los actores de entorno y la identificación de sus dependencias con la organización.
- (2) **Modelado del entorno del SI.** En esta actividad se propone la introducción de un sistema de información en la organización y se analiza el impacto que éste tendría en relación a los elementos en el entorno de la misma. Las dependencias estratégicas identificadas en la actividad anterior son analizadas en detalle con el objeto de terminar cuáles pueden ser satisfechas directamente por el sistema, y cuáles son necesarias para que este mantenga su operación. Estas dependencias son redireccionadas y modeladas junto a los actores asociados en un diagrama SD del entorno del sistema. Este modelo incluye también a la organización como un actor en el entorno del sistema, en el que sus necesidades son modeladas como dependencias estratégicas sobre el mismo.

- (3) **Descomposición de los objetivos del SI.** En esta actividad el sistema es analizado en detalle y descompuesto en una jerarquía de objetivos necesarios para satisfacer las dependencias estratégicas con su entorno. Los objetivos representan los servicios que el sistema debe proveer, para interactuar con los actores en su entorno. Un diagrama SR del sistema es construido utilizando descomposiciones medio–fin de tipo objetivo–objetivo.
- (4) **Identificación de la arquitectura del SI.** Los objetivos incluidos en el modelo SR de sistema son analizados y agrupados en actores que representan dominios atómicos. Los objetivos son asociados en grupos de servicios bien definidos. Las relaciones entre los diferentes actores que estructuran la arquitectura base del sistema, son descritas en base a la dirección de las asociaciones medio-fin existentes entre los objetivos incluidos en cada uno de ellos.

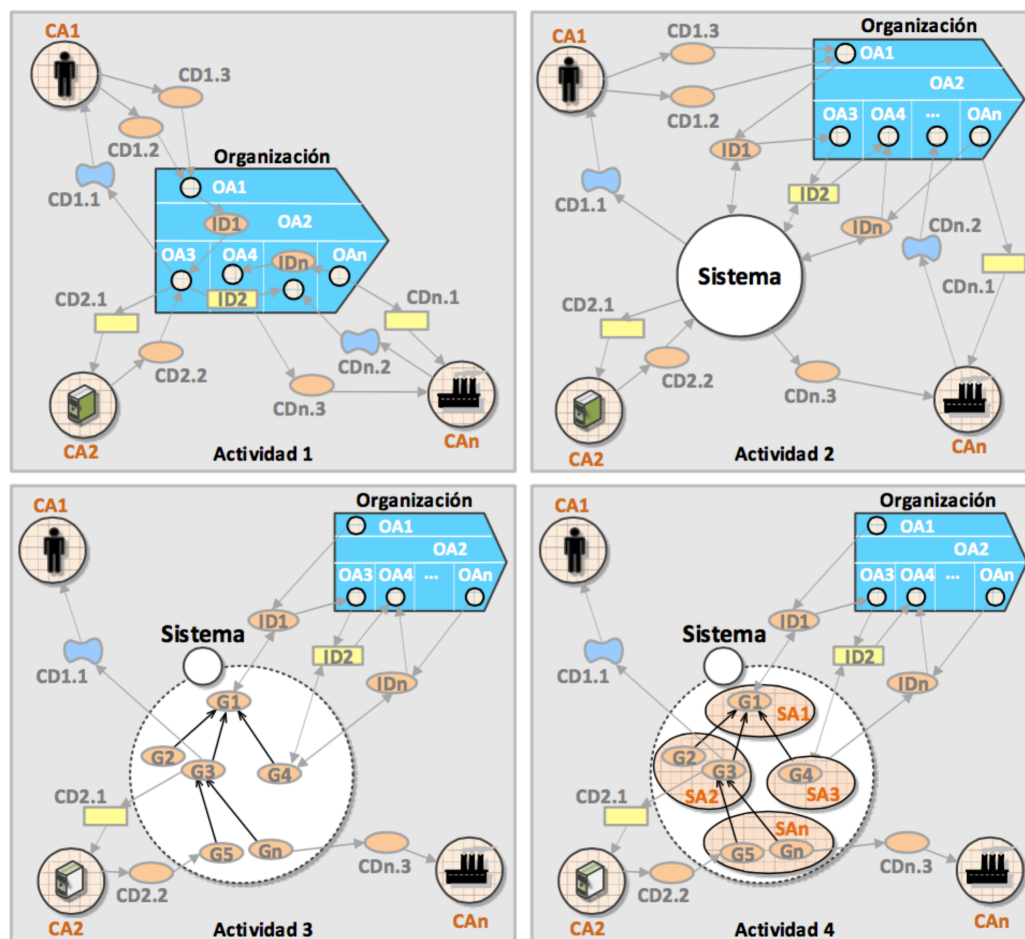


Figura 3.3. Actividades Principales del método DHARMA.

3.4. Método IQMC

Para la construcción del QM para MOOC se utilizará el método *Individual Quality Model Construction* (IQMC), que posee un conjunto de pasos específicamente diseñados para soportar la construcción de un QM, que junto al catálogo de características de la norma ISO/IEC 25010 permitirán establecer subcaracterísticas, propiedades y medidas de calidad que facilitarán una evaluación sistemática y práctica con la selección de aquellos elementos que se consideren relevantes y que sean coherentes al ámbito y a los requerimientos del evaluador, desarrollador o del usuario final.

El método IQMC consiste de siete pasos (ver Figura 3.4) que, aunque se presentan como si fueran secuenciales, pueden ser simultaneados y/o iterados si se considera necesario.

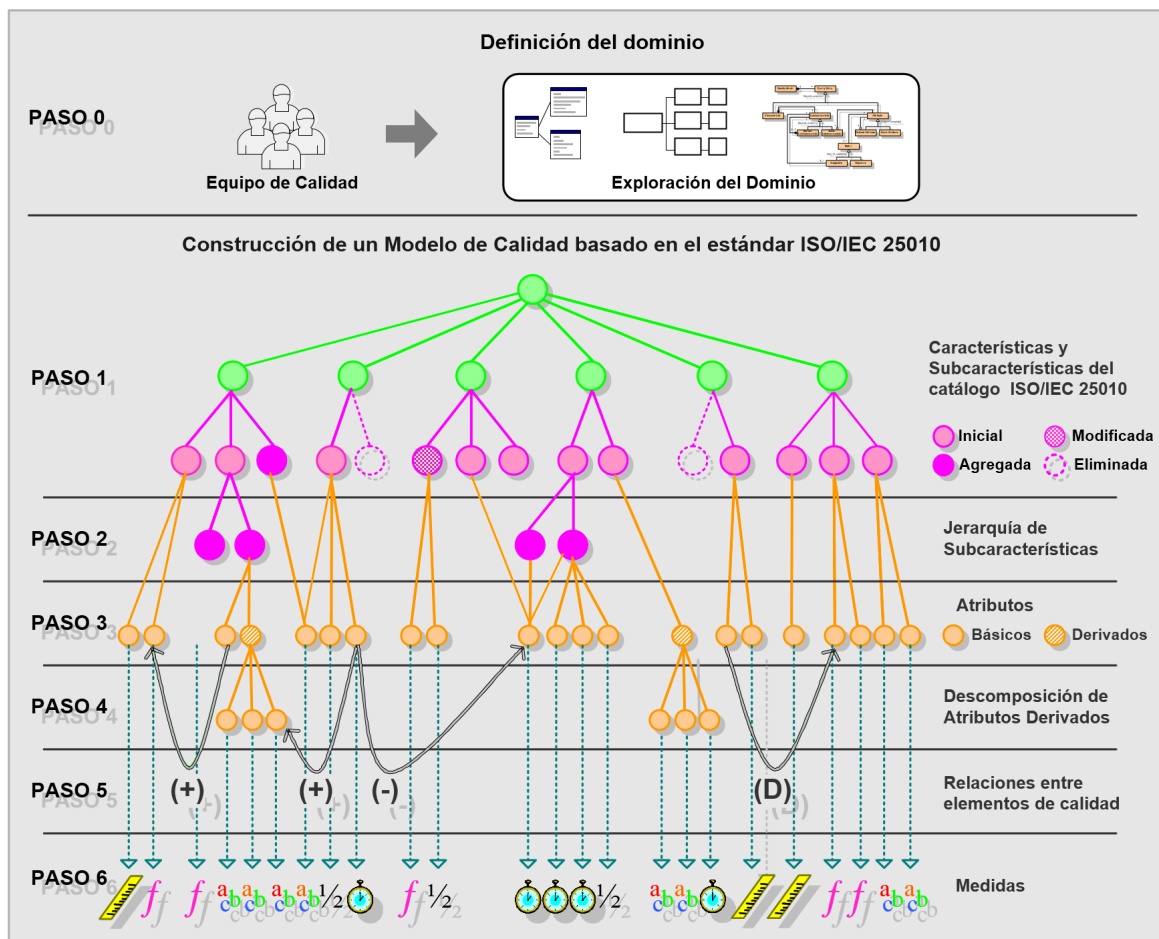


Figura 3.4. Método IQMC con ISO/IEC 25010.



- **Paso 0.** Estudio del dominio del software. Este paso consiste en explorar el ámbito al cual pertenece el software del que se quiere evaluar la calidad. Es un paso opcional que puede soslayarse en caso de poseer el conocimiento suficiente de ahí su numeración.
- **Paso 1.** Determinación de subcaracterísticas de calidad. Teniendo en cuenta que partimos del catálogo ISO/IEC 25010, el añadido de subcaracterísticas no será muy habitual y lo que puede pasar es que alguna de las existentes deba reformularse ligeramente para adaptarla al dominio de interés, o eliminarse en el caso de subcaracterísticas no técnicas.
- **Paso 2.** Refinamiento de la jerarquía de subcaracterísticas. Se descomponen las subcaracterísticas del más bajo nivel de abstracción formando jerarquías de subcaracterísticas.
- **Paso 3.** Refinamiento de subcaracterísticas en atributos. Este refinamiento tiene como objetivo llegar a tener descompuestas las subcaracterísticas en atributos medibles ya sea de forma directa o indirecta a partir del valor de otros atributos básicos.
- **Paso 4.** Refinamiento de atributos derivados en básicos. Se descomponen los atributos complejos (derivados) hasta obtener atributos básicos, los cuales pueden ser medidos de forma directa.
- **Paso 5.** Establecimiento de relaciones entre factores de calidad. Se establecen las relaciones entre factores de calidad que permiten conocer las dependencias entre los distintos factores de calidad del modelo.
- **Paso 6.** Determinación de medidas para los atributos. Se determinan las medidas para los atributos identificados.



3.5. Método WORMS

El método WORMS por sus siglas **W**eights, **O**bjectives, **R**ules, **M**ismatches, **S**election en español Pesos, Objetivos, Reglas, Desajustes, Selección es un método de selección de componentes de software que se basa en la utilización de modelos de calidad QM que describen la calidad del dominio de software para elaborar requisitos de selección y la descripción del software a evaluar (los que se encuentran disponibles en el mercado). El proceso de selección propiamente dicho se realiza una vez los requisitos están completamente determinados (Carvallo & Franch, Análisis de Desajustes Respecto los Requisitos en la Selección de Componentes OTS, 2009).

El método WORMS (ver Figura 3.5) divide el proceso de selección en dos fases: elaboración del modelo de requisitos y selección de componentes, cada una de ellas posee una serie de pasos que se describen brevemente a continuación.

Fase I: Elaboración del Modelo de Requisitos en base al QM del dominio correspondiente:

- **Actividad 1: Determinar los requisitos de partida.** Para cada factor de calidad del QM, se determina si es de interés o no para el proceso de selección que nos ocupa. En caso de que no lo sea, la jerarquía que cuelga del factor se marca como irrelevante para el resto del proceso. Si es de interés, se determina el requisito apropiado para dicho factor y la medida que se utilizará para medirlo. Esta información queda asociada y organizada de la misma manera que el QM.
- **Actividad 2: Asignar pesos y prioridades a los requisitos.** En la inmensa mayoría de los casos, el software disponible en el mercado no satisface la totalidad de los requisitos, por lo que es esencial saber qué requisitos deben tener prioridad. Por ello, en esta actividad, se analiza la importancia de los requisitos y se les asigna pesos relativos y prioridades en relación al entorno de operación particular. Las personas



interesadas (Stakeholders) deben involucrarse totalmente en esta actividad y los artefactos utilizados deben ser fáciles de manejar y entender por personal no técnico. En general, la mayoría de técnicas se basan en el uso de matrices cuadradas, encabezadas en filas y columnas por un grupo de requisitos transpuestos, pretenden mediante la ejecución de un proceso sistemático de comparación de pares “fila – columna”, y la asignación de pesos relativos, identificar de una manera menos subjetiva aquellos que tienen un mayor peso o son prioritarios sobre otros. La priorización deberá incluir la identificación de requisitos obligatorios (no negociables), los esquemas de conversión de medidas, y la propagación de factores de calidad de más concretos hacia los más abstractos incluidos en el QM.

- **Actividad 3: Identificar los objetivos de evaluación de los requisitos.** Los objetivos de evaluación determinan los criterios que van a conducir el proceso de selección. Los objetivos agrupan requisitos bajo un criterio determinado proporcionando un nivel de granularidad que puede ser más indicado para el proceso. Se distinguen objetivos directos y transversales.
- **Actividad 4: Definir el orden y las reglas de análisis de los requisitos** para conducir de una manera adecuada el proceso de evaluación. Entre ellas se pueden citar: el orden de evaluación, el esquema de toma de decisiones a utilizar y los puntajes máximos a asignar. El proceso en algunos casos puede ser costoso en tiempo y recursos debido a la gran cantidad de requisitos que deben ser evaluados. En estos casos se suele adoptar un proceso por etapas, en el que el software debe aprobar la evaluación de uno o más requisitos asociados a los objetivos de evaluación, previa la evaluación de otros, con el objetivo de reducir los potenciales candidatos y el costo del proceso de evaluación en las siguientes etapas.

Fase II: Selección en base al Modelo de Requisitos. Canalizamos esta fase mediante dos actividades de carácter secuencial.

- **Actividad 5: Identificar, analizar y evaluar:** Las características de calidad consideradas deben ser evaluadas en relación a los requisitos descritos en el QM, siguiendo el orden determinado en la actividad anterior. Para cada software candidato, se deberán identificar los desajustes existentes y categorizarlos en base a los patrones más apropiados según las clases propuestas en cumple, difiere, falla y extiende. Las conclusiones de este análisis deberán ser documentadas de una manera estructurada y reportadas como apoyo al proceso de toma de decisiones.
- **Actividad 6: Seleccionar el más idóneo:** Una vez identificados los desajustes y analizadas sus implicaciones durante el proceso de evaluación, el equipo de selección deberá decidir sobre el software más adecuado a ser incorporado. Para esto se deberán considerar las reglas de evaluación definidas para el proceso, y los puntajes totales computados en cada etapa del proceso.

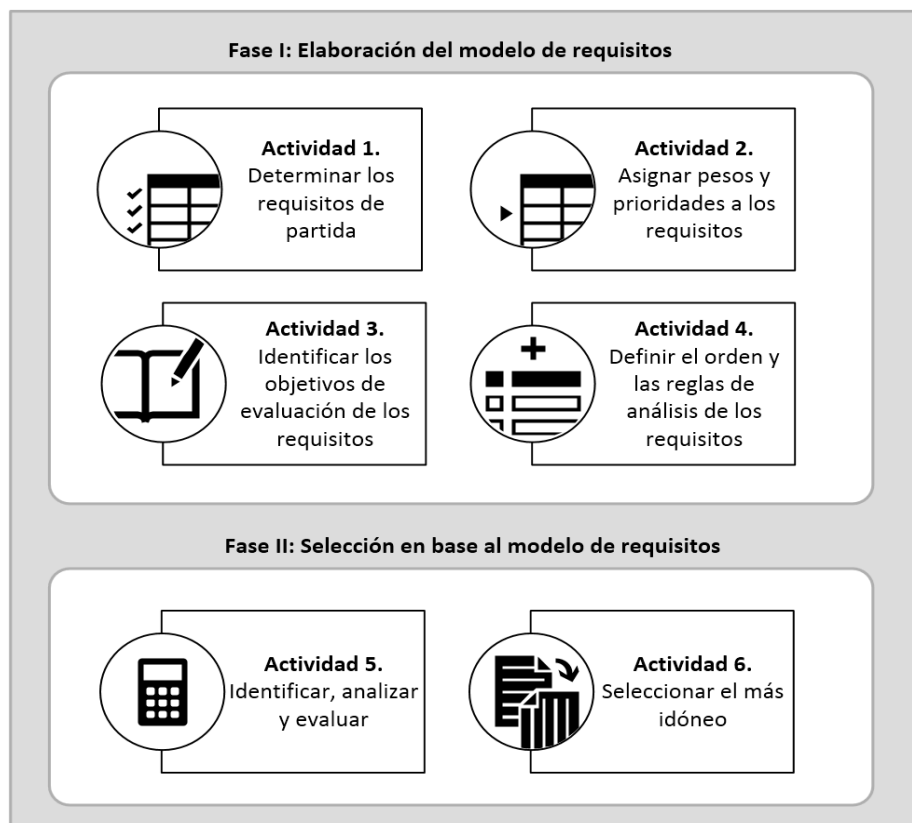


Figura 3.5. Visión General del Método WORMS.



CAPITULO IV

CALIDAD EN EL DOMINIO MOOC

Este capítulo busca sentar las bases para la construcción del Modelo de Calidad de Software para MOOC con la revisión de literatura relacionada a la calidad en el dominio MOOC en los últimos cinco años (2012 a 2016) sobre instrumentos e indicadores de evaluación, estudios comparativos, expectativas de calidad, modelos de calidad, etc. Se exponen las propuestas de modelos y los resultados más relevantes en éste ámbito.



4.1. Modelos y herramientas de evaluación de calidad para los MOOC.

Con fundamento en el estado del arte sobre la evaluación de la calidad de los MOOC, en este apartado se exponen las propuestas más relevantes en términos de instrumentos e indicadores de evaluación de calidad desde un enfoque pedagógico que muestran las características mínimas que debe tener un curso MOOC para garantizar un aprendizaje de calidad, y desde un enfoque tecnológico en relación a la plataforma educativa con elementos de acreditación, certificación o gestión.

4.1.1. Instrumentos de Evaluación de la Calidad de los MOOC

Desde el enfoque pedagógico se presenta en primer lugar el **cuestionario validado para la evaluación de la calidad de cursos virtuales adaptado a MOOC** de Santiago Megual, Lloret Catalá, & Roig Vila (2015), que define tres dimensiones que se observan en la Tabla 4.1.

Cuestionario para la evaluación de la calidad de cursos virtuales adaptado a MOOC	
Dimensión 1: Calidad en la comunicación y elementos multimedia	
1.	¿La comunicación del programa con el usuario es interactiva?
2.	¿Se emplean diversos códigos comunicativos (verbal, icónico, etc.)?
3.	¿Se puede recurrir a un sistema de ayudas y refuerzos constantes sobre los contenidos?
4.	¿Las actividades propuestas en el sistema resultan atractivas?
5.	¿Es buena la calidad de las imágenes?
6.	¿Se adecuan las imágenes y gráficos al texto?
7.	¿Es buena la calidad de las animaciones?
8.	¿Se adecuan las animaciones al texto?
9.	¿Es buena la calidad de las presentaciones audiovisuales?
10.	¿Se adecuan las presentaciones audiovisuales al texto?
11.	¿Es buena la calidad de mensajes de audio?
12.	¿Es correcta la ortografía, corrección gramatical y sintáctica del texto?



Dimensión 2: Coherencia curricular y adaptación al usuario
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Las actividades son coherentes con la metodología planteada? 2. ¿Los contenidos responde a los objetivos planteados? 3. ¿La evaluación es coherente con la metodología planteada? 4. ¿La relación entre lo fundamental y lo accesorio en la información está claramente definida? 5. ¿Los contenidos se presentan de forma hipertextual? 6. ¿Los conceptos nuevos se introducen mediante esquemas, resúmenes, síntesis? 7. ¿El lenguaje usado está adaptado al nivel del usuario potencial? 8. ¿El sistema contempla las características y circunstancias personales y/o particulares de los usuarios incluida alguna discapacidad? 9. ¿Los textos y los contenido cumplen el mandato constitucional de no hacer distinción o discriminación por razón de nacimiento, raza, sexo, religión, opinión o cualquier otra condición o circunstancia personal o social?
Dimensión 3: Planificación didáctica
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Existe la guía didáctica del sistema? 2. ¿En la guía didáctica (si existe) se expresa claramente cómo integrar el sistema en el proceso de enseñanza-aprendizaje? 3. ¿Los objetivos se plantean explícitamente? 4. ¿Existen actividades de refuerzo? 5. ¿Las actividades de refuerzo, cuando las hay, permiten superar las posibles deficiencias que se han detectado en la evaluación? 6. El número de secuencias o itinerarios de repaso es [1-no hay / 2-bajo / 3-suficiente / 4-alto / 5-muy alto] 7. ¿Se plantean actividades abiertas que fomenten la creatividad? 8. ¿El sistema dispone de distintos itinerarios de aprendizaje? 9. ¿Existen distintos niveles de contenidos en función de los usuarios? 10. Para conseguir los objetivos planteados el número de actividades es [1-no hay / 2-bajo / 3-suficiente / 4-alto / 5-muy alto] 11. En general, ¿los contenidos de los mensajes de interacción con el usuario son positivos?

Tabla 4.1. Cuestionario para la evaluación de la calidad de cursos virtuales adaptado a MOOC.

4.1.2. Indicadores de Evaluación de la Calidad de los MOOC

Bajo el mismo enfoque pedagógico se presenta la **propuesta de indicadores de calidad pedagógica para cursos MOOC** de Guerrero Romera (2015), orientados a contribuir a la construcción de parámetros que impliquen una mejora de la calidad, la promoción de procesos de innovación educativa utilizando las TIC, el desarrollo y la difusión de buenas prácticas docentes y la formación del profesorado (ver Tabla 4.2).



UMUMOOC Una propuesta de indicadores de calidad pedagógica para la realización de cursos MOOC	
Dimensión 1: Planificación/ Gestión	Indicadores
Subfactor 1. Administración/ Gestión	Contiene información sobre Duración, Cronograma, Nivel de Contenidos, Difusión, Condiciones particulares del curso.
	Dispone de mecanismos que faciliten la orientación y el apoyo dentro del proceso de aprendizaje.
	Dispone de herramientas de comunicación asíncrona.
Subfactor 2. Acreditación/Certificación	Establece diferentes tipos de reconocimientos o acreditaciones/certificaciones: medallas, insignias, credenciales, certificados.
	Conduce a modelos de acreditación innovadores, flexibles y adaptados a las necesidades y exigencias laborales.
Dimensión 2: Diseño Aprendizaje	Indicadores
Subfactor 1. Diseño didáctico-instruccional	Contiene una Guía didáctica.
	Las metas y objetivos de aprendizaje están definidos.
	Los contenidos responden a los objetivos planteados.
	La evaluación es coherente con la metodología planteada.
	Cuenta con una bibliografía bien seleccionada, etc.
	Se define y es adecuada la carga de trabajo que supone para el estudiante.
	Existen distintos tipos y niveles de contenidos en función de los estudiantes: conocimientos previos, características, condiciones, capacidades, idioma,...
Subfactor 2. Contenidos	Integridad, calidad de los contenidos: hipertextualidad, multimedia e interactividad (si los contenidos se presentan de forma hipertextual, si favorecen la interactividad,...).
	Se utiliza algún criterio o métodos para secuenciar contenidos.
	Calidad de los materiales audiovisuales: locución, estilo, lenguaje, variedad, aspectos visuales y dinámicos.
	Se utilizan recursos didácticos variados (multimedia, interactivos, abiertos,...) relacionados con los distintos itinerarios de aprendizaje.
Subfactor 3. Recursos y actividades	Las actividades resultan atractivas e innovadoras, incluyen material adicional como esquemas, resúmenes y síntesis.
	Las actividades permiten la organización flexible del tiempo de estudio al estudiante.
	Existen diferentes modalidades y tipos de actividades: de refuerzo o recursos de apoyo o ampliación (contar con materiales obligatorios y otros opcionales que refuercen las lecciones o contenidos); individuales o colectivas.



Subfactor 4. Evaluación	Contemplan pruebas de evaluación parciales, de cada módulo y globales, o se incluye comprobación de la progresión del alumno.
	Se incluyen diferentes actividades de evaluación: autoevaluación, evaluación por pares, cuestionarios, test, rubricas, problemas
	Se incorporan nuevas modalidades de evaluación, evaluación centrada en el aprendizaje, evaluación auténtica, evaluación formativa,...
Dimensión 3: Comunicación- Interacción	Indicadores
Subfactor 1. Comunicación	Se fomenta la participación en foros y discusiones, el trabajo colaborativo e intercambio de información utilizando diversas herramientas de comunicación como correo electrónico, foro, chat,...
	Tienen un dinamizador o "content curators".
	Se promueve el feedback, la facilitación.
Subfactor 2. Tutorías	Se motiva a los estudiantes a comunicarse con el docente invitándole a compartir ideas y conocimientos.
	Se promueven las funciones de acompañamiento.

Tabla 4.3. UMUMOOC una propuesta de indicadores de calidad pedagógica para la realización de cursos MOOC.

4.1.3. Características mínimas de Calidad de los MOOC

Desde un enfoque pedagógico y tecnológico se presenta en (Capdevila Pagés & Aranzadi Elejabeitia, 2014) las siguientes características mínimas de calidad que deben poseer los MOOC:

De los cursos

- Cada curso debe disponer de una ficha en la que se muestre información básica donde se añaden: conocimientos necesarios, duración, fecha de inicio y claustró.
- Los materiales didácticos necesarios para la realización del curso, deben encontrarse dentro de los diferentes módulos en los que está dividido el curso.
- Cada curso debe disponer de un foro que permita realizar consultas y aclarar dudas.



- Al final de cada módulo de cada uno de los cursos, los alumnos deberán realizar un cuestionario tipo test para evaluar los conocimientos adquiridos.

De los certificados

- Se debe ofrecer a todos los usuarios dos tipos de certificados: uno de participación y otro de superación. Ambos certificados podrán descargarse como un diploma en formato PDF.
- Certificado de participación: se emite automáticamente en el momento en que el alumno supere un porcentaje definido de las actividades obligatorias de un curso.
- Certificado de superación: se emite a solicitud del usuario siempre que haya superado el 100% de las actividades obligatorias del curso.

4.2. Estudios comparativos de los MOOC.

La evaluación del aprendizaje es una característica central en el diseño pedagógico de cursos MOOC y adquiere un protagonismo especial en la satisfacción de los participantes, teniendo en cuenta el interés que suscitan los cursos y las elevadas tasas de abandono que sufren.

En (Cabero Almenara, Llorente Cejudo, & Vázquez Martínez , 2014) sobre los tipos de evaluación en 3 tipologías MOOC dice:

- El modelo de evaluación que se utiliza en los xMOOC es muy parecido al seguido en las clases tradicionales de formación virtual, donde de una amplia base de datos de preguntas, aleatoriamente se van construyendo exámenes diferentes para los estudiantes.
- El modelo de evaluación que utilizan los cMOOC no es tan formalizado y reglado como los xMOOC, y en él la evaluación por pares, la evaluación por evidencias, y otros modelos más abiertos de evaluación adquieren mayor importancia.



- En el modelo híbrido tMOOC se hace especial hincapié en la resolución de determinados tipos de tareas y actividades por parte del estudiante, que debe ir realizando progresivamente para poder ir avanzando a lo largo del curso. Las tareas que se incorporan pueden ser de diferente tipo: resolución de casos, lectura y análisis de documentos, construcción de recursos en diferentes formatos, análisis de sitios web, elaboración de blog y wikis, elaboración de mapas conceptuales, resolución de problemas, configuración de crucigramas sobre términos científicos,... Actividades que pueden ser elaboradas tanto de forma individual como grupal o colaborativas.
- Referente a la evaluación de los alumnos, en estos MOOC se sigue el procedimiento del análisis de la calidad de las tareas efectuadas, evaluación que puede llevarse a cabo por un ayudante en el programa, o mediante evaluación por pares.
- Uno de los problemas asociados a la utilización de los MOOC, y también del e-learning, es el de la identificación de los estudiantes. Y para ello se han aplicado diferentes tipos de técnicas, pero que no garantizan completamente la suplantación: como son el bloqueo del teclado a otras zonas diferentes o la grabación de la actuación del alumno a través de una webcam.

En (Gallego-Arrufat, 2015) se realiza un análisis sobre las tendencias en la evaluación del aprendizaje en MOOC como resultado de comparar 87 cursos de diferentes plataformas MOOC (internacionales, de universidades españolas y otras). Tomado de este estudio, la Tabla 4.3 refleja el análisis de las herramientas de evaluación según las plataformas MOOC. Estos hallazgos están referidos a los MOOC analizados y no supone que las plataformas tengan únicamente los señalados.

El estudio comparativo presenta también una serie de propuestas de mejora de los sistemas evaluativos en este formato de cursos masivos, que para nuestro trabajo representan requerimientos de calidad que deben ser satisfechos por este tipo de software:



- Aumentar la variedad de herramientas de evaluación para una mayor adaptación a diferentes formas de aprendizaje.
- Acomodar el tipo de herramientas a los objetivos de aprendizaje.
- Orientar el sistema evaluativo hacia competencias y aprendizaje colaborativo.
- Implementar sistemas evaluativos que potencien la interactividad y el feedback entre los participantes.
- Potenciar el autoaprendizaje a través de la corrección automática de las pruebas y cuestionarios.
- Estructurar los foros de discusión para una mayor claridad, facilidad de lectura y de construcción del conocimiento en ellos.
- Escalonar los sistemas de puntaje de acuerdo al trabajo realizado por el participante. o Establecer sistemas de alerta para evitar y/o anular las participaciones vacías de contenido.
- Potenciar el feedback.
- Mayor interoperatividad.

	Actividades	Ejercicios	Cuestionario	Examen	Participación	Proyecto	Rúbricas	Tareas	Trabajo
Gestionadas directamente por universidades									
Abierta UGR									x
UPVX	x		x	x					
Ehusfera	x		x						
Unedcoma	x		x	x	x			x	x
Coursera	x	x	x	x	x	x	x	x	
Open2Study	x		x						
Telescopio Galileo	x								
Gestionadas por otras instituciones privadas									
Acamica				x					
Guadalinfoooc			x						
EducaLab Interfmooc	x								
MiriadaX	x		x	x				x	x
Redunx	x								
Telecombretagne			x						
Udacity				x		x			
Unimooc-Aemprende			x						
EdX	x		x						

Tabla 4.4. Herramientas para la evaluación del aprendizaje en diferentes plataformas.



4.3. Expectativas de calidad de los MOOC.

¿Cuál es la calidad que se debe exigir a un curso en formato MOOC? En el Informe MOOC y criterios de calidad (CRUE-TIC, 2015), indica que la aproximación más generalizada y directa sería utilizar preferentemente indicadores de calidad de la modalidad a distancia (elearning), en concreto, deberá incluir:

- Planificación: identificación, duración, horas, guías didácticas de apoyo...
- Diseño: contenidos, recursos didácticos, herramientas de comunicación, actividades...
- Tutorización y seguimiento: Comunicación, incidencias, soporte, tutorías...
- Evaluación: por pares, autoevaluación, final, por logros...
- Incluir soporte de formación y apoyo al profesorado

Cabe destacar que para medir la calidad de estos cursos, también se debe tener en cuenta el coste económico en la producción y de los recursos necesarios (algunos datos procedentes de Europa ofrecen estimaciones en coste medio entorno a 30.000€ por curso) difíciles de asumir en proyectos de este tipo.

En este sentido, si bien es recomendable unos mínimos de calidad claramente identificados, estos criterios pueden variar en función del uso y objetivos de que se definan para el curso:

- Como una actividad académica, con criterios similares a los cursos de enseñanza a distancia por elaborarse.
- Como curso abierto y autoexplicativo con baja necesidad de participación/dinamización
- Como recursos didácticos (material audiovisual) que se usarán preferentemente como repositorio y apoyo en clases (presenciales)
- Promoción o divulgación de un título

En ese conjunto de medidas de evaluación, algunas que pueden resultar significativas son:

- Cuestionario de satisfacción de los usuarios inscritos
- Tasa de finalización de los cursos



CAPITULO V

ARQUITECTURA GENERICA DE SISTEMAS DE INFORMACION MOOC

Este capítulo constituye el primer paso del método IQMC en la construcción del Modelo de Calidad de Software para MOOC, con apoyo del método *Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors* (DHARMA) basado en el uso de diagramas *i** para la definición de la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC.



5.1. Arquitectura Genérica

Para estructurar la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC fue necesario levantar un modelo de organización genérico para *Servicios de Educación MOOC* (SEM) orientado a brindar educación en esta modalidad de e-learning, esta actividad se realizó en base a la literatura y al estudio de la calidad en el dominio MOOC revisados en capítulos anteriores, centrando el análisis en los procesos clave para brindar la prestación del servicio.

A continuación se presenta el desarrollo de las cuatro actividades básicas del método DHARMA en las que se empleó la guía metodológica propuesta en (Carvalho & Franch, Descubriendo la Arquitectura de Sistemas de Software Híbridos: Un Enfoque Basado en Modelos i*, 2009):

5.1.1. Actividad 1: Modelado del entorno de la organización.

Este análisis hace evidentes los diversos *actores del entorno* (CA) y las *áreas organizacionales* (OA) que la estructuran. Los actores son identificados en relación a las fuerzas de mercado (ver Figura 5.1) y analizados en relación a cada área organizacional en la cadena de valor (ver Figura 5.2), con el fin de identificar necesidades estratégicas entre ellos (*Dependencias de Contexto* - CD-). Además las áreas organizacionales son analizadas entre ellas con el objetivo de identificar sus interacciones estratégicas (*Dependencias Internas* - ID-). El resultado de la actividad es un modelo de entorno de la organización representado a través de una gráfica (ver Figura 5.3) y la matriz de Dependencias Estratégicas SD (ver Tabla 5.3).

5.1.1.1. Identificación de los actores y sus necesidades estratégicas

Existen varias técnicas para la identificación de actores, para este trabajo en la identificación y denominación de los *actores de contexto* (CA) se empleó la descripción de Gráinne Conole (2013) que dice: “Los actores en los MOOC son esencialmente los alumnos (en términos de la participación en los MOOC), tutores (si los hay, en términos de ser facilitadores en los MOOC), maestros (en términos de diseño y evaluación de los MOOC), gestores institucionales (en

términos de considerar su lugar junto a las ofertas educativas tradicionales), los políticos (en función de considerar las consecuencias a largo plazo para el panorama educativo) y capitalistas de riesgo (que buscan obtener un retorno de la inversión)". (Gráinne, 2013). Por otro lado, en la identificación de los actores del entorno se empleó el modelo de las 5 Fuerzas de Porter del Análisis de la Cadena de Valor de la Educación en Línea (Elloumi, 2010) adaptado para los SEM en donde se establece un marco para analizar el nivel de competencia dentro de la industria (ver Figura 5.1), luego se clasificaron los actores en la Tabla 5.1. Así mismo, se identificaron actores internos de la organización a través de la Cadena de Valor del mismo estudio adaptado a los SEM para describir el desarrollo de las actividades primarias y de soporte que generan valor en este tipo de organizaciones. (ver Figura 5.2). Los actores se categorizan en la Tabla 5.2 de acuerdo a las actividades dentro de los SEM.

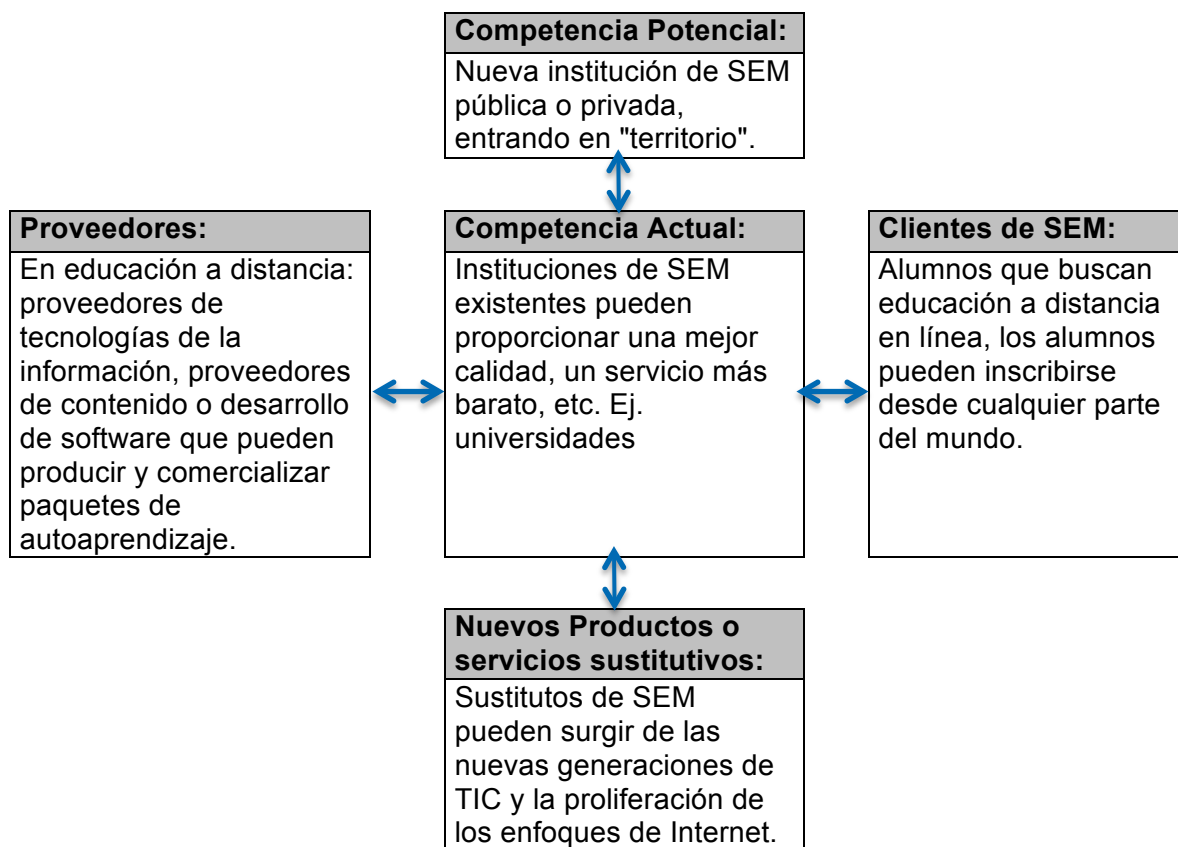


Figura 5.1. Fuerzas de Porter para un modelo de organización genérico de Servicios de Educación MOOC (SEM).



Actores	Tipo	Descripción
Alumno	Persona	Persona que requiere un servicio de formación MOOC.
Tutor	Persona	Persona facilitadora de un MOOC, capacitada para brindar servicios de tutoría en modalidad virtual.
Maestro	Persona	Persona que diseña y evalúa un MOOC.
Proveedor de TI	Persona u organización	Proveedores de hardware o software para aprendizaje
Proveedor de Contenido	Persona u organización	Proveedor que elabora recursos educativos de software (multimedia, objetos de aprendizaje)
Políticos	Personas u organización	Son quienes determinan políticas dentro del panorama educativo.
Capitalistas de riesgo	Personas u organización	Son quienes esperan obtener un retorno de la inversión.

Tabla 5.1. Actores del entorno de una organización de SEM.

Actores	Actividad Organizacional	Descripción
Dpto. TI	- Logística de Entrada - Operaciones	Departamento encargado del mantenimiento y operación de la infraestructura de aprendizaje.
Productor de Contenidos	- Operaciones	Encargado de generar recursos o material didáctico bajo un diseño instruccional usando tecnología.
Gestores Institucionales	- Actividades de soporte - Logística de Salida	Son quienes administran las ofertas educativas institucionales.
Dpto. Mercadeo	- Marketing y Ventas	Departamento encargado de realizar estudios de mercado sobre necesidades de formación MOOC y de publicar los planes y cursos académicos ofertados.

Tabla 5.2. Actores Internos y sus actividades dentro de una organización de SEM.

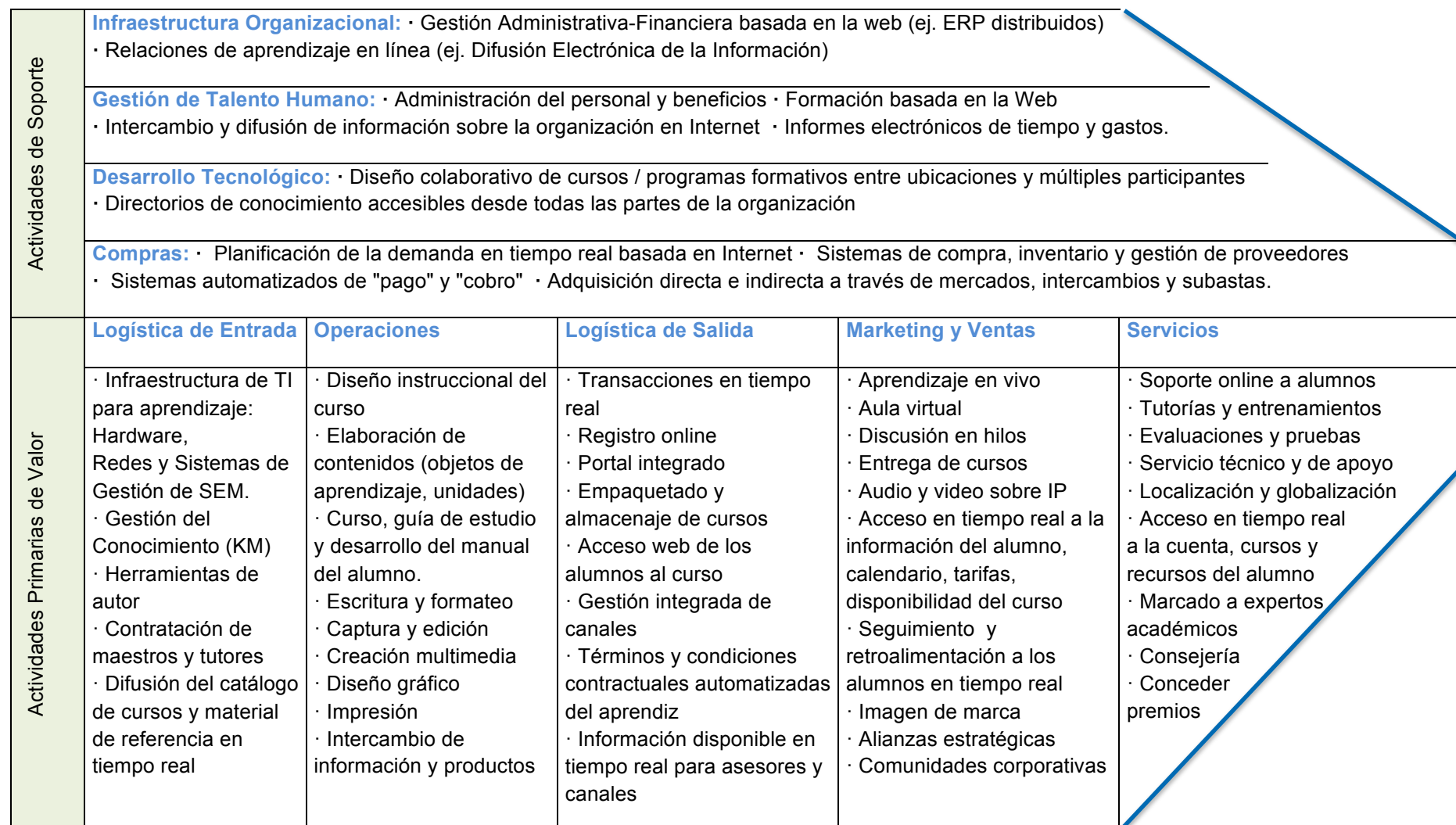


Figura 5.2. Cadena de valor para **Servicios Educativos MOOC (SEM)**.



5.1.1.2. Identificación de las dependencias entre los actores del entorno y la organización

Una vez identificados los *actores del entorno* (AC) de los SEM, se levantaron las dependencias con la organización en base a los contenidos de los capítulos II (Marco Teórico) y IV (Calidad en el dominio MOOC).

Para simplificar la identificación de las dependencias se utilizaron las siguientes guías metodológicas:

- Primero se identificaron los objetivos para los cuales los actores de entorno dependen de la organización y viceversa, y se representaron en un modelo de dependencias estratégicas tipo objetivo (SD) con i^* . Se omitieron las dependencias que no involucran a la organización, por ejemplo la existente entre el alumno y el tutor. El modelo debe mantenerse lo más simple posible enfocándose solamente en las dependencias entre los actores del entorno y la organización.
- Luego se identificaron los recursos necesarios para satisfacer el cumplimiento de los objetivos propuestos modelándolos como dependencias de tipo recurso, recordando que los recursos pueden ser físicos o información.
- A continuación se analizó cada dependencia sobre la organización que sea de tipo objetivo en relación a catálogos de requisitos no funcionales, como son las características y subcaracterísticas del estándar ISO/IEC 25010, con el propósito de identificar dependencias de tipo objetivo-blando consideradas fundamentales para su consecución.
- Finalmente, se prescindió del uso de dependencias de tipo tarea debido a que pueden ser muy prescriptivas y puede de alguna manera comprometer la objetividad del proceso.

Los resultados se representan de forma gráfica en el modelo SD de la Figura 5.3 y su interpretación en la matriz SD en la Tabla 5.3.

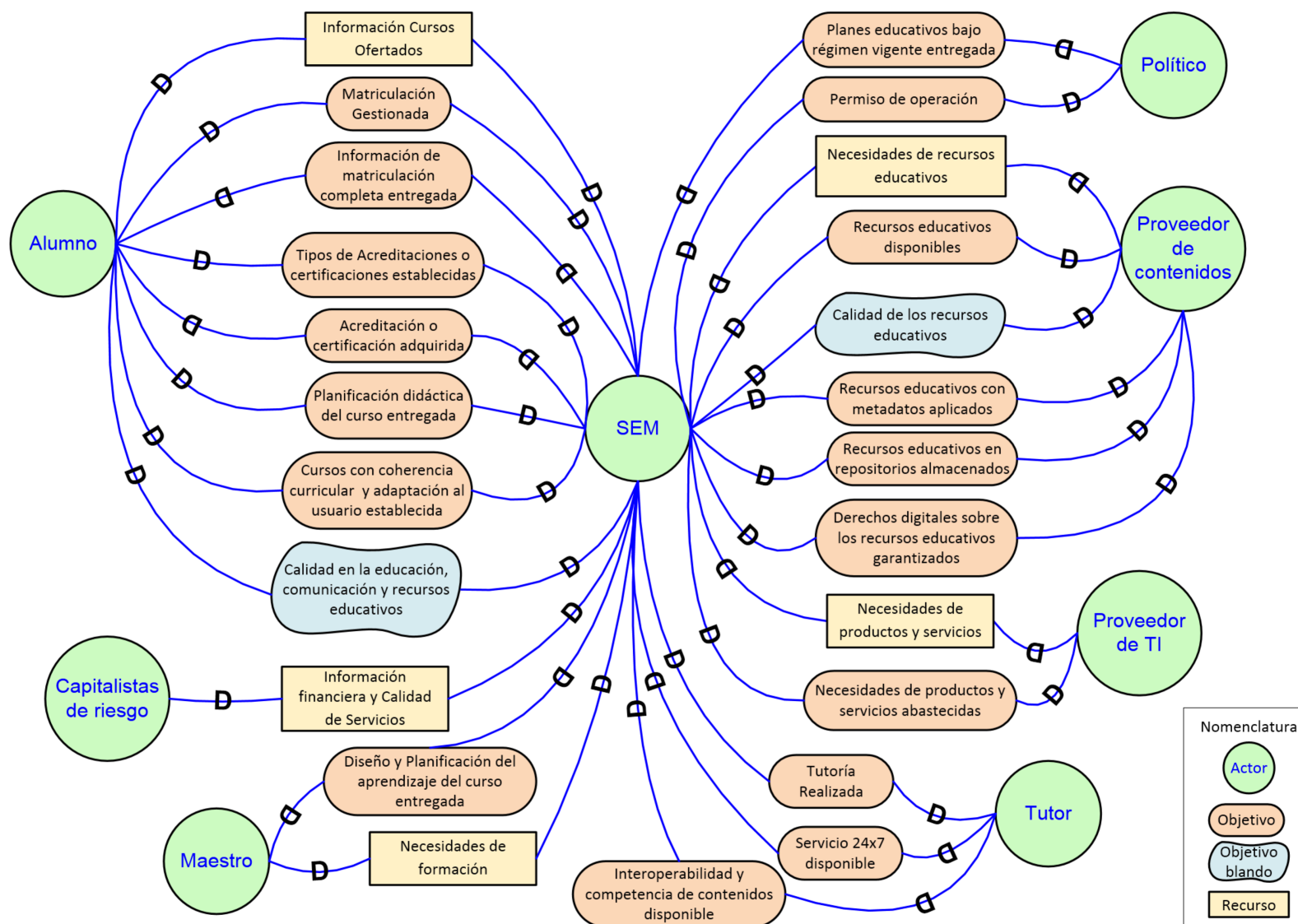


Figura 5.3. Modelo SD del entorno de la organización.



Actor 1	Tipo de Dependencia	Dirección	Actor 2	Descripción
Alumno	Recurso	--->	SEM	Información Cursos Ofertados
	Objetivo	--->	SEM	Matriculación gestionada
	Objetivo	<---	SEM	Información de matriculación completa entregada
	Objetivo	--->	SEM	Tipos de acreditaciones/certificaciones establecidas
	Objetivo	<---	SEM	Acreditación/Certificación Adquirida
	Objetivo	--->	SEM	Planificación didáctica del curso entregada
	Objetivo	--->	SEM	Cursos con coherencia curricular (actividades, objetivos, evaluaciones de acuerdo a la metodología planteada) y adaptación al usuario establecida
	Objetivo blando	--->	SEM	Calidad en la educación, comunicación y recursos educativos
Político	Objetivo	<---	SEM	Planes educativos bajo régimen vigente entregada
	Objetivo	--->	SEM	Permiso de operación
Proveedor de contenidos	Recurso	<---	SEM	Necesidades de recursos educativos
	Objetivo	<---	SEM	Recursos Educativos disponible
	Objetivo blando	<---	SEM	Calidad de los recursos educativos
	Objetivo	<---	SEM	Recursos educativos con metadatos aplicados
	Objetivo	<---	SEM	Recursos educativos en repositorios almacenados
	Objetivo	<---	SEM	Derechos digitales sobre los recursos educativos garantizados
Proveedor de TI	Recurso	--->	SEM	Necesidades de productos y servicios
	Objetivo	<---	SEM	Necesidades de productos y servicios abastecidas
Capitalistas de riesgo	Recurso	--->	SEM	Información financiera y Calidad de servicios
Maestro	Recurso	--->	SEM	Necesidades de formación
	Objetivo	<---	SEM	Diseño y planificación del aprendizaje del curso entregada
Tutor	Objetivo	--->	SEM	Servicio 24 x 7 disponible
	Objetivo	--->	SEM	Interoperabilidad y competencia de contenidos disponible
	Objetivo	<---	SEM	Tutoría realizada

Tabla 5.3. Matriz SD con la Identificación de las dependencias entre los actores del entorno y la organización.



5.1.2. Actividad 2: Modelado del entorno del Sistema de Información

Una vez concluido el modelado del entorno de la organización, se analizó el impacto que la introducción de un sistema tendría sobre los elementos incluidos en el mismo (en general, un sistema podría ser software, hardware o hardware con software embebido). En el caso particular de los SEM, el sistema a modelar es un Sistema MOOC, lo cual de partida permite intuir que varios de sus componentes serán puramente software.

Para construir un modelo de entorno del sistema, se parte del modelo de entorno de la organización, para identificar las dependencias relacionadas con el sistema y cuáles no estarían relacionadas con el sistema. Dos sub-actividades fueron requeridas para este propósito: la identificación de dependencias relevantes para el sistema y la identificación de nuevos actores en el entorno del sistema.

5.1.2.1. Identificación de dependencias relevantes para el sistema

En esta actividad las dependencias incluidas en el modelo de entorno de la organización se analizaron una a una de manera sistemática para determinar si se mantenían en el modelo de entorno del sistema de información (aquellas que podrían ser satisfechas por el sistema para el caso de dependencias entrantes en las que el sistema actúa como dependee o que serían necesarias para su operación en el caso de dependencias salientes en las que el sistema actúa como depender). En caso afirmativo la dependencia fue redireccionada al sistema de información y la organización fue relevada de su rol sobre la misma, por ejemplo, el recurso Información de cursos ofertados, o el objetivo Servicio 24x7 disponible, de los actores Alumno y Tutor respectivamente, que recaían sobre la organización SEM (ver Figura 5.3) pasaron a ser responsabilidad del Sistema MOOC (ver Figura 5.4), en caso contrario la dependencia fue removida del modelo, por ejemplo el actor Político y su objetivo asociado Permiso de Operación (ver Figura 5.3); donde la organización es la que requiere un permiso de concesión para operar los servicios concesionados, pero esto es transparente para el Sistema MOOC.



5.1.2.2. Identificación de actores adicionales en el entorno del sistema

Se puede deducir de los párrafos anteriores, que el modelo de entorno del sistema incluye un subconjunto de los actores y dependencias del modelo de entorno de la organización. Ahora bien, en el entorno del sistema pueden existir otros actores que no necesariamente participan en el entorno de la organización.

Al incorporarse el sistema de información, la organización pasa a ser un actor en su entorno, ya que lo requiere para satisfacer un conjunto de dependencias estratégicas, por ejemplo, el objetivo de Información de los Cursos para toma de decisiones.

Por otro lado, utilizando las mismas guías metodológicas descritas en la sección 5.1.1.1, otros actores en el entorno del sistema fueron identificados. Este fue el caso del actor Administrador Sistema MOOC (ver Figura 5.4), cuya intencionalidad respecto al sistema se describe con los objetivos blandos Fácil Administración y Monitorizar el Consumo de Recursos. De la misma manera el sistema depende del administrador para satisfacer un conjunto de dependencias estratégicas entre las que se encuentra la provisión de los Parámetros de Operación (modelado como un recurso), el objetivo blando Mantener un Buen Rendimiento y la tarea Recuperar en caso de Falla.

Los resultados de esta actividad se encuentran en el diagrama SD del entorno sistema con i^* (ver Figura 5.4) y su matriz asociada SD del entorno del sistema (ver Tabla 5.4).

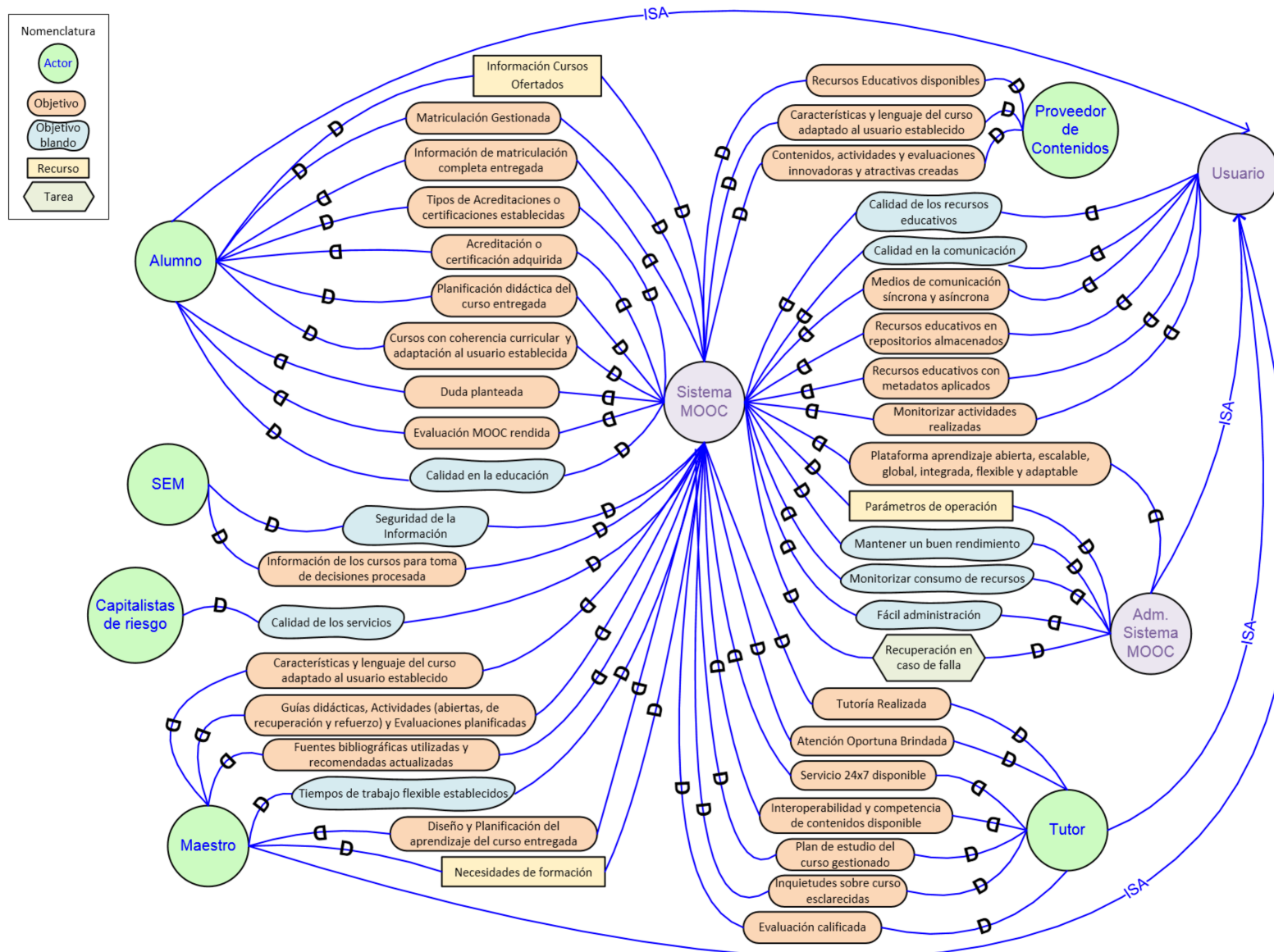


Figura 5.4. Diagrama SD del Modelado del entorno del Sistema de Información.



Actor 1	Tipo de Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	Total	Parcial	¿Por qué?
Alumno	Recurso	--->	SI MOOC	Información Cursos Ofertados	x		Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos
	Objetivo	--->	SI MOOC	Matriculación gestionada	x		Porque el resultado de aprobación o rechazo en la admisión puede ser comunicada al alumno por medios electrónicos
	Objetivo	<---	SI MOOC	Información de matriculación completa entregada	x		La información para la matricula del alumno puede ser ingresada, escaneada y enviada digitalmente
	Objetivo	--->	SI MOOC	Tipos de acreditaciones/certificaciones establecidas	x		Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos
	Objetivo	<---	SI MOOC	Acreditación/Certificación Adquirida	x		Porque se puede habilitar un servicio de pago en línea para aquellos alumnos que dispongan de servicios de transferencia bancaria o pago con tarjeta de crédito
	Objetivo	--->	SI MOOC	Planificación didáctica del curso entregada	x		Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos
	Objetivo	--->	SI MOOC	Cursos con coherencia curricular (actividades, objetivos, evaluaciones de acuerdo a la metodología planteada) y adaptación al usuario establecida		x	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos
	Objetivo	<---	SI MOOC	Duda planteada	x		Es posible proveer una funcionalidad para que el alumno envíe una consulta particular y sea respondida a través de la misma herramienta
	Objetivo	<---	SI MOOC	Evaluación MOOC rendida	x		El sistema debe proveer una funcionalidad para rendir evaluaciones o entregar tareas solicitadas
	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Calidad en la educación		x	Se podría registrar los parámetros de calidad evaluados para educación



Actor 1	Tipo de Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	Total	Parcial	¿Por qué?
Usuario (Alumno, Maestro, Tutor, Adm. Sistema MOOC)	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Calidad en los recursos educativos		x	Se podría registrar los parámetros de calidad evaluados para los contenidos (Usabilidad, Portabilidad, Fiabilidad)
	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Calidad en la comunicación		x	Se podría registrar los parámetros de calidad evaluados para la comunicación
	Objetivo	--->	SI MOOC	Medios de comunicación síncrona (chat) y asíncrona (foros) disponibles	x		Debe poseer diferentes herramientas de comunicación entre usuarios
	Objetivo	--->	SI MOOC	Recursos educativos con metadatos aplicados	x		Una herramienta puede verificar que los recursos educativos posean metadatos
	Objetivo	--->	SI MOOC	Recursos educativos en repositorios almacenados	x		Es factible almacenar los recursos educativos en un repositorio propio o utilizar recursos de repositorios externos
	Objetivo	--->	SI MOOC	Derechos digitales sobre los recursos educativos garantizados	x		Se puede exponer al usuario los derechos sobre los recursos educativos generados o adquiridos
	Objetivo	--->	SI MOOC	Monitorizar actividades realizadas	x		Se puede disponer de herramientas que permitan el monitoreo del avance y actividades realizadas por cada uno de los usuarios del sistema.
Político	Objetivo	<---	SEM	Planes educativos bajo régimen vigente entregada	n/a	n/a	No afecta al SI MOOC solo al SEM, p.l.q. es eliminado
	Objetivo	--->	SEM	Permiso de operación	n/a	n/a	No afecta al SI MOOC solo al SEM, p.l.q. es eliminado



Actor 1	Tipo de Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	Total	Parcial	¿Por qué?
Proveedor de contenidos	Recurso	<---	SEM	Necesidades de recursos educativos	n/a	n/a	No afecta al SI MOOC solo al SEM, p.l.q. es eliminado
	Objetivo	<---	SEM	Recursos Educativos disponible		x	Una herramienta de búsqueda de recursos educativos con metadatos.
	Objetivo	<---	SI MOOC	Características y lenguaje del curso adaptado al usuario establecido		x	Con una encuesta se puede asegurar el grado en el que las características y lenguaje del curso ha sido adaptado al usuario
	Objetivo	<---	SI MOOC	Contenidos, actividades y evaluaciones innovadoras y atractivas creadas		x	Con una encuesta medible en línea se puede asegurar el grado en el que los contenidos, actividades y evaluaciones han sido innovadoras y atractivas para el usuario
Proveedor de TI	Recurso	--->	SEM	Necesidades de productos y servicios	n/a	n/a	No afecta al SI MOOC solo al SEM, p.l.q. es eliminado
	Objetivo	<---	SEM	Necesidades de productos y servicios abastecidas	n/a	n/a	No afecta al SI MOOC solo al SEM, p.l.q. es eliminado
Administrador Sistema MOOC	Recurso	--->	SI MOOC	Plataforma de aprendizaje abierta, escalable, global, integrada, flexible y adaptable funcionando	x		El sistema debe garantizar las características mínimas de un sistema e-learning
	Recurso	<---	SI MOOC	Parámetros de Operación	x		El sistema debe ser parametrizable
	Objetivo blando	<---	SI MOOC	Mantener un buen rendimiento	x		El administrador debe garantizar las condiciones físicas y lógicas para el buen rendimiento del sistema
	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Monitorizar consumo de recursos	x		El sistema debe proveer herramientas para monitorear el uso de los recursos
	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Fácil administración	x		El sistema debe proveer interfaces de administración amigables al usuario
	Tarea	<---	SI MOOC	Recuperación en caso de falla	x		El administrador debe asegurar la recuperación inmediata del sistema en caso de falla.



Actor 1	Tipo de Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	Total	Parcial	¿Por qué?
Capitalistas de riesgo	Recurso	--->	SEM	Información financiera	n/a	n/a	No afecta al SI MOOC solo al SEM, p.l.q. es eliminado
	Objetivo	--->	SI MOOC	Calidad de los servicios	x		Se podría presentar todos los parámetros de calidad evaluados en el sistema
SEM	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Seguridad de la información	x		Porque existen protocolos para garantizar la confidencialidad, integridad y no repudio
	Objetivo	--->	SI MOOC	Información de los cursos para toma de decisiones	x		El sistema de reportar el estado general de los cursos ofertados (avance, tutor, número de alumnos, etc.) para toma de decisiones
Maestro	Recurso	--->	SI MOOC	Necesidades de formación		x	Se podría manejar un repositorio de documentos, en el cual se pueda cargar los estudios de mercado para su posterior valoración.
	Objetivo	<---	SI MOOC	Diseño y planificación del aprendizaje del curso entregada	x		Se puede incluir elementos de verificación en cada curso para garantizar la entrega del plan educativo
	Objetivo	<---	SI MOOC	Características, vocabulario y lenguaje del curso adaptado al usuario establecido	x		Debe contar con herramientas para adaptar el sistema al lenguaje del usuario
	Objetivo	<---	SI MOOC	Guías didácticas, Actividades (abiertas, de recuperación y refuerzo) y Evaluaciones planificadas	x		Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos
	Objetivo	<---	SI MOOC	Fuentes bibliográficas utilizadas y recomendadas actualizadas	x		Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos
	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Tiempos de trabajo flexible establecidos	x		Debe contar con herramientas para control de tiempos en tareas y actividades



Actor 1	Tipo de Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	Total	Parcial	¿Por qué?
Tutor	Objetivo	--->	SI MOOC	Servicio 24 x 7 disponible	x		Si la plataforma es WEB puede permanecer habilitado todo el tiempo
	Objetivo	--->	SI MOOC	Interoperabilidad de contenidos disponible	x		Es necesario proveer interoperabilidad con otras herramientas de software.
	Objetivo	--->	SI MOOC	Competencia de contenidos disponible		x	Con una encuesta medible en línea se puede asegurar el grado en el que el alumno cumple con las habilidades o conocimientos específicos para realizar un trabajo o una tarea determinados
	Objetivo	<---	SI MOOC	Tutoría realizada		x	El tutor puede consignar en un aplicativo, el avance de los cursos, como las evaluaciones, por otro lado con una encuesta medible en línea se puede asegurar el grado en el que el tutor cumple con las actividades de tutoría asignadas
	Objetivo	<---	SI MOOC	Plan de estudio del curso gestionado	x		Se podría disponer de una herramienta para registrar el plan de estudios para un curso y dar seguimiento a su avance
	Objetivo	<---	SI MOOC	Inquietudes sobre curso esclarecidas	x		Es posible proveer una funcionalidad para que el tutor reciba consultas particulares sobre algún tema del curso y estas puedan ser respondidas a través de la misma herramienta. Se puede habilitar página de preguntas frecuentes para los alumnos FAQ.
	Objetivo	<---	SI MOOC	Evaluación calificada	x		Porque se puede habilitar una aplicación a través de la cual se califiquen cuestionarios de forma automatizada o por lo menos el tutor pueda consignar la calificación.
	Objetivo	<---	SI MOOC	Atención oportuna brindada		x	Porque es factible incorporar funciones de auditoría para medir el tiempo de respuesta al alumno a una consulta o solicitud realizada. Se puede establecer parámetros de calidad.

Tabla 5.4. Matriz SD del Modelado del entorno del Sistema de Información.



5.1.3. Actividad 3: Descomposición de los Objetivos del Sistema de Información

El modelo de entorno del sistema permite comprender lo que los actores en su entorno esperan de él. Sin embargo, la identificación de los servicios específicos que debe proveer, requiere un examen más profundo, para lo cuál se emplea los modelos SR con i^* . En esta actividad se descompone el sistema mediante jerarquías medio- fin, de tipo objetivo-objetivo, ya que éstas describen la funcionalidad (servicios) que el sistema debe proveer a los actores en su entorno. Se empleó la siguiente guía metodológica:

- Se identificó el principal objetivo del sistema graficándolo como el objetivo raíz del diagrama.
- Luego se redujo este objetivo en sub-objetivos mediante vínculos objetivo-objetivo, en relación a las principales áreas funcionales que se espera que el sistema provea, ligándolos a las dependencias externas siempre que fueran apropiados. Esta primera descomposición se puede alcanzar explorando las dependencias que los actores de entorno tienen sobre el sistema.
- Por último, se repitió el paso anterior para cada uno de los sub-objetivos identificados, hasta que los sub-objetivos que se obtuvieron representen servicios lo suficientemente atómicos como para que no sea razonable continuar con su descomposición. Una regla que permite validar la descomposición es que todos los objetivos que sean hojas en la jerarquía se encuentren ligados a por lo menos una dependencia de entorno. Si uno de estos objetivos no se encuentra ligado a alguna dependencia externa, entonces puede ser removido, a no ser que sea considerado crítico para el cumplimiento de su predecesor.
- Algunos de los sub-objetivos de tipo medio pueden estar ligados a más de un objetivo fin. Esto sucede usualmente cuando un sub-objetivo de una rama de la descomposición requiere los servicios de otras ramas para ser satisfecho.
- El proceso se completa cuando todas las dependencias externas en el entorno del sistema han sido consideradas y ligadas a los sub-objetivos



requeridos para ser satisfechas, en el caso de dependencias entrantes (en las que el sistema actúa como dependee), o a los que dependen de ellas, en el caso de dependencias salientes (en las que el sistema actúa como depender).

Nuevamente en este caso, es preferible obviar las descomposiciones de tareas porque estas representan “cómo” hacer algo, en lugar del “porqué” tiene que ser hecho, que es lo que requerimos para identificar los servicios que el sistema tiene que proveer. Las tareas se requieren cuando se intenta desarrollar un sistema desde cero, pues ellas prescriben de manera detallada como se debe alcanzar un objetivo. Por el contrario, los objetivos son importantes en la construcción de sistemas basados en componentes pues describen los servicios que deben ser cubiertos por los componentes disponibles en el mercado.

En el caso particular de los SEM, el objetivo raíz del sistema fue identificado como Servicios de Educación MOOC establecidos. Este objetivo fue descompuesto en seis sub-objetivos: Matriculación MOOC administrada, Servicios MOOC administrados, Planificación MOOC definida, Diseño y Desarrollo MOOC realizado, Enseñanza Aprendizaje MOOC proporcionados, y Evaluación MOOC realizada, los últimos cuatro sub-objetivos se plantearon en función de la guía metodológica para la elaboración de cursos MOOC de la bibliografía revisada (Universidad Carlos III de Madrid, 2014). Los sub-objetivos fueron posteriormente descompuestos y reorganizados en otros más atómicos requeridos para satisfacer las dependencias con los actores del entorno.

Los resultados de esta actividad se encuentran en el diagrama SR con la descomposición de los objetivos del sistema con i^* (ver Figura 5.5) y su matriz asociada SR (ver Tabla 5.5).

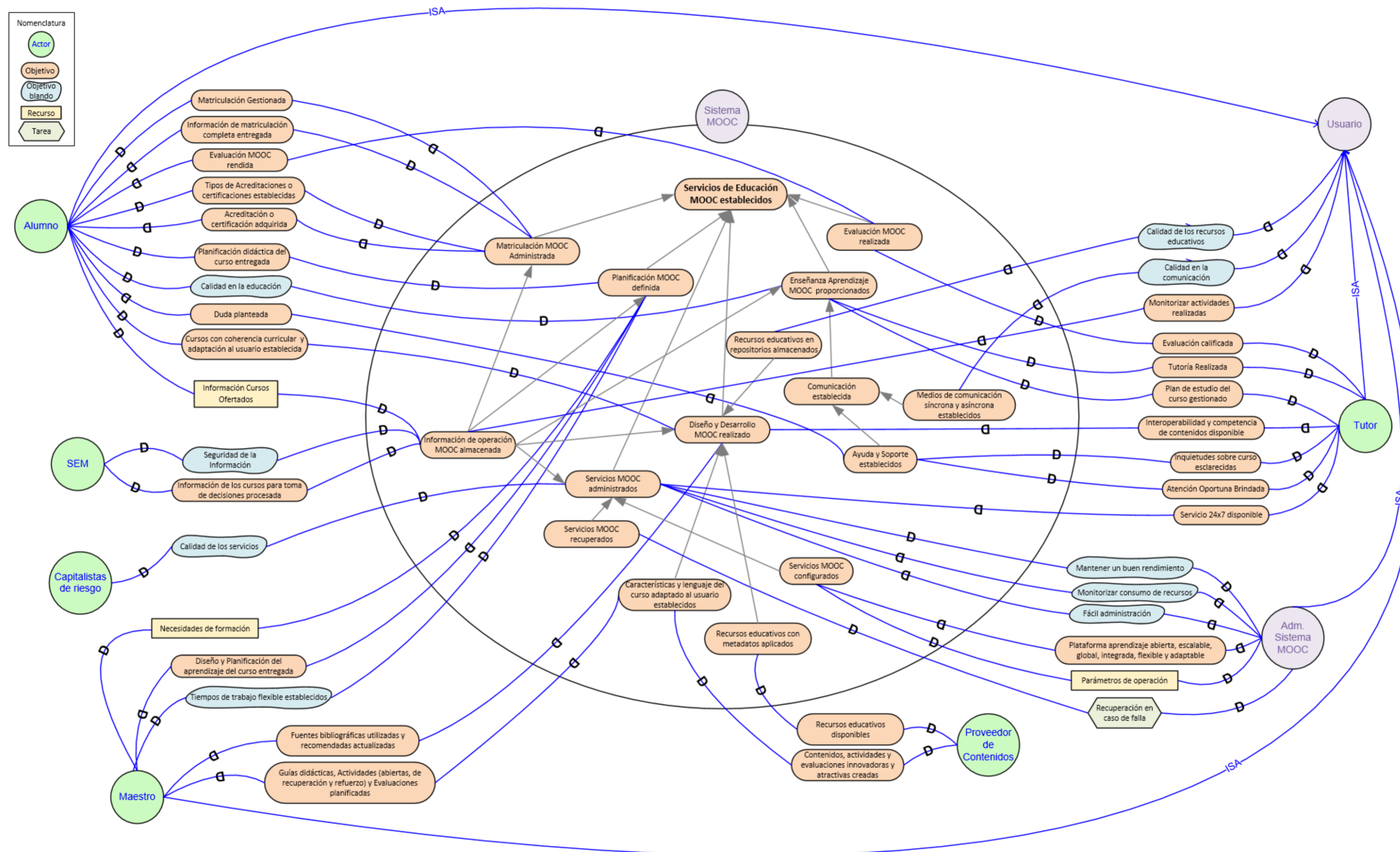


Figura 5.5. Diagrama SR de descomposición de los objetivos del Sistema de Información.



Actor 1	Tipo Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?
Alumno	Recurso	--->	SI MOOC	Información Cursos Ofertados	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Información de operación MOOC almacenada
	Objetivo	--->	SI MOOC	Matriculación gestionada	Porque el resultado de aprobación o rechazo en la admisión puede ser comunicada al alumno por medios electrónicos	Matriculación MOOC gestionada
	Objetivo	<---	SI MOOC	Información de matriculación completa entregada	La información para la matricula del alumno puede ser ingresada, escaneada y enviada digitalmente	Matriculación MOOC gestionada
	Objetivo	--->	SI MOOC	Tipos de acreditaciones/certificaciones establecidas	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Matriculación MOOC gestionada
	Objetivo	<---	SI MOOC	Acreditación/Certificación Adquirida	Porque se puede habilitar un servicio de pago en línea para aquellos alumnos que dispongan de servicios de transferencia bancaria o pago con tarjeta de crédito	Matriculación MOOC gestionada
	Objetivo	--->	SI MOOC	Planificación didáctica del curso entregada	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Planificación MOOC definida
	Objetivo	--->	SI MOOC	Cursos con coherencia curricular (actividades, objetivos, evaluaciones de acuerdo a la metodología planteada) y adaptación al usuario establecida	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Diseño y Desarrollo MOOC realizado



Actor 1	Tipo Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?
Alumno	Objetivo	<---	SI MOOC	Duda planteada	Es posible proveer una funcionalidad para que el alumno envíe una consulta particular y sea respondida a través de la misma herramienta	Ayuda y Soporte establecidos dentro de la Comunicación del proceso de enseñanza aprendizaje MOOC proporcionados
	Objetivo	<---	SI MOOC	Evaluación MOOC rendida	El sistema debe proveer una funcionalidad para rendir evaluaciones o entregar tareas solicitadas	Evaluación MOOC realizada
	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Calidad en la educación	Se podría registrar los parámetros de calidad evaluados para educación (equidad, relevancia, pertinencia, eficacia, eficiencia) (Meléndez, Pinillos, & Romá, 2016)	Enseñanza Aprendizaje MOOC proporcionados
Usuario (Alumno, Maestro, Tutor, Adm. Sistema MOOC)	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Calidad en los recursos educativos	Se podría registrar los parámetros de calidad evaluados para los contenidos (Usabilidad, Portabilidad, Fiabilidad)	Recursos Educativos en repositorios almacenados como parte del Diseño y Desarrollo MOOC realizado
	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Calidad en la comunicación	Se podría registrar los parámetros de calidad evaluados para la comunicación	Medios de comunicación síncrona y asíncrona disponibles
	Objetivo	--->	SI MOOC	Monitorizar actividades realizadas	Se puede disponer de herramientas que permitan el monitoreo del avance y actividades realizadas por cada uno de los usuarios del sistema.	Información de operación MOOC almacenada



Actor 1	Tipo Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?
Proveedor de Contenidos	Objetivo	<---	SI MOOC	Recursos Educativos disponibles	Una herramienta de búsqueda de recursos educativos con metadatos.	Recursos educativos con metadatos aplicados como parte del Diseño y Desarrollo MOOC realizado
	Objetivo	<---	SI MOOC	Contenidos, actividades y evaluaciones innovadoras y atractivas creadas	Con una encuesta medible en línea se puede asegurar el grado en el que los contenidos, actividades y evaluaciones han sido innovadoras y atractivas para el usuario	Características y lenguaje del curso adaptado al usuario establecidos como parte del Diseño y Desarrollo MOOC realizado
Administrador Sistema MOOC	Recurso	--->	SI MOOC	Plataforma de aprendizaje abierta, escalable, global, integrada, flexible y adaptable funcionando	El sistema debe garantizar las características mínimas de un sistema e-learning	Servicios MOOC configurados
	Recurso	<---	SI MOOC	Parámetros de Operación	El sistema debe ser parametrizable	Servicios MOOC configurados
	Objetivo blando	<---	SI MOOC	Mantener un buen rendimiento	El administrador debe garantizar las condiciones físicas y lógicas para el buen rendimiento del sistema	Servicios MOOC administrados
	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Monitorizar consumo de recursos	El sistema debe proveer herramientas para monitorear el uso de los recursos	Servicios MOOC administrados
	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Fácil administración	El sistema debe proveer interfaces de administración amigables al usuario	Servicios MOOC administrados
	Tarea	<---	SI MOOC	Recuperación en caso de falla	El administrador debe asegurar la recuperación inmediata del sistema en caso de falla	Servicios MOOC recuperados



Actor 1	Tipo Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?
Capitalistas de riesgo	Objetivo	--->	SI MOOC	Calidad de los servicios	Se podría presentar todos los parámetros de calidad evaluados en el sistema	Servicios MOOC administrados
SEM	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Seguridad de la información	Porque existen protocolos para garantizar la confidencialidad, integridad y no repudio	Información de operación MOOC almacenada
	Objetivo	--->	SI MOOC	Información de los cursos para toma de decisiones	El sistema de reportar el estado general de los cursos ofertados (avance, tutor, número de alumnos, etc.) para toma de decisiones	Información de operación MOOC almacenada
Maestro	Recurso	--->	SI MOOC	Necesidades de formación	Se podría manejar un repositorio de documentos, en el cual se pueda cargar los estudios de mercado para su posterior valoración.	Planificación MOOC definida
	Objetivo	<---	SI MOOC	Diseño y planificación del aprendizaje del curso entregada	Se puede incluir elementos de verificación en cada curso para garantizar la entrega del plan educativo	Planificación MOOC definida
	Objetivo	<---	SI MOOC	Guías didácticas, Actividades (abiertas, de recuperación y refuerzo) y Evaluaciones planificadas	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Características y lenguaje del curso adaptado al usuario establecidos como parte del Diseño y Desarrollo MOOC realizado
	Objetivo	<---	SI MOOC	Fuentes bibliográficas utilizadas y recomendadas actualizadas	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Diseño y Desarrollo MOOC realizado
	Objetivo blando	--->	SI MOOC	Tiempos de trabajo flexible establecidos	Debe contar con herramientas para control de tiempos en tareas y actividades	Planificación MOOC definida



Actor 1	Tipo Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?
Tutor	Objetivo	--->	SI MOOC	Servicio 24 x 7 disponible	Si la plataforma es WEB puede permanecer habilitado todo el tiempo	Servicios MOOC administrados
	Objetivo	--->	SI MOOC	Interoperabilidad de contenidos disponible	Es necesario proveer interoperabilidad con otras herramientas de software.	Diseño y Desarrollo MOOC realizado
	Objetivo	--->	SI MOOC	Competencia de contenidos disponible	Con una encuesta medible en línea se puede asegurar el grado en el que el alumno cumple con las habilidades o conocimientos específicos para realizar un trabajo o una tarea determinados	Diseño y Desarrollo MOOC realizado
	Objetivo	<---	SI MOOC	Tutoría realizada	El tutor puede consignar en un aplicativo, el avance de los cursos, como las evaluaciones, por otro lado con una encuesta medible en línea se puede asegurar el grado en el que el tutor cumple con las actividades de tutoría asignadas	Enseñanza Aprendizaje MOOC proporcionados
	Objetivo	<---	SI MOOC	Plan de estudio del curso gestionado	Se podría disponer de una herramienta para registrar el plan de estudios para un curso y dar seguimiento a su avance	Enseñanza Aprendizaje MOOC proporcionados



Actor 1	Tipo Dependencia	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?
Tutor	Objetivo	<---	SI MOOC	Inquietudes sobre curso esclarecidas	Es posible proveer de una funcionalidad para que el tutor reciba consultas particulares sobre algún tema del curso y estas puedan ser respondidas a través de la misma herramienta. Se puede habilitar página de preguntas frecuentes para los alumnos FAQ.	Ayuda y Soporte establecidos dentro de la Comunicación del proceso de enseñanza aprendizaje MOOC proporcionados
	Objetivo	<---	SI MOOC	Evaluación calificada	Porque se puede habilitar una aplicación a través de la cual se califiquen cuestionarios de forma automatizada o por lo menos el tutor pueda consignar la calificación	Evaluación MOOC realizada
	Objetivo	<---	SI MOOC	Atención Oportuna brindada	Porque es factible incorporar funciones de auditoría para medir el tiempo de respuesta al alumno a una consulta o solicitud realizada. Se puede establecer parámetros de calidad.	Ayuda y Soporte establecidos dentro de la Comunicación del proceso de enseñanza aprendizaje MOOC proporcionados

Tabla 5.5. Matriz SR con la Descomposición de Objetivos del Sistema de Información.



5.1.4. Actividad 4: Identificación de la Arquitectura del Sistema de Información

Finalmente, la última actividad del método DHARMA propone analizar los objetivos incluidos en el modelo SR del sistema (ver Figura 5.5) y sistemáticamente agruparlos en actores del sistema, éstos representan dominios atómicos de componentes que cubren una parte de la funcionalidad considerada para el dominio MOOC.

Las relaciones entre los diferentes actores estructuran la arquitectura base del sistema de información y son descritas en base a la dirección de las asociaciones medio-fin existentes entre los objetivos incluidos en cada uno de ellos.

Típicamente los actores del sistema son software que pueden actuar como:

- **Actores centrales:** Este tipo de actores proveen la funcionalidad central del sistema. Debido a ello, en muchos casos el sistema completo adopta su nombre. La mayoría de las dependencias comprometidas y críticas de los actores del entorno del sistema se encuentran ligadas a ellos.
- **Actores de soporte:** Los actores de soporte no proveen la funcionalidad central del sistema. Por el contrario proveen servicios adicionales requeridos por los actores centrales del sistema, para satisfacer algunas de sus dependencias con los actores del entorno. Todos los actores de soporte tienen vínculos de dependencia con actores centrales, pero no necesariamente entre ellos.

También pueden actuar en vínculos de dependencias con actores de entorno, pero usualmente no en relación a la funcionalidad central del sistema.



Se identificaron tres actores del sistema en función de los objetivos incluidos en el modelo SR del sistema: Subsistema de Matriculación (S.M), Subsistema de Educación (S.E) y Subsistema de Administración (S.A) cuyos objetivos revelan los servicios que se espera que sean cubiertos.

El S.E. corresponde al enfoque pedagógico de los MOOC pues están estrechamente ligados al diseño curricular, actividades, evaluación, calidad de las características del aprendizaje, etc.; mientras que el S.M. y el S.A corresponden al enfoque tecnológico pues cubren lo referente a los elementos de acreditación, certificación, gestión, entre otros.

Los resultados de esta actividad se encuentran en el diagrama SR con la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC con i^* (ver Figura 5.6) y su matriz asociada SR (ver Tabla 5.6).

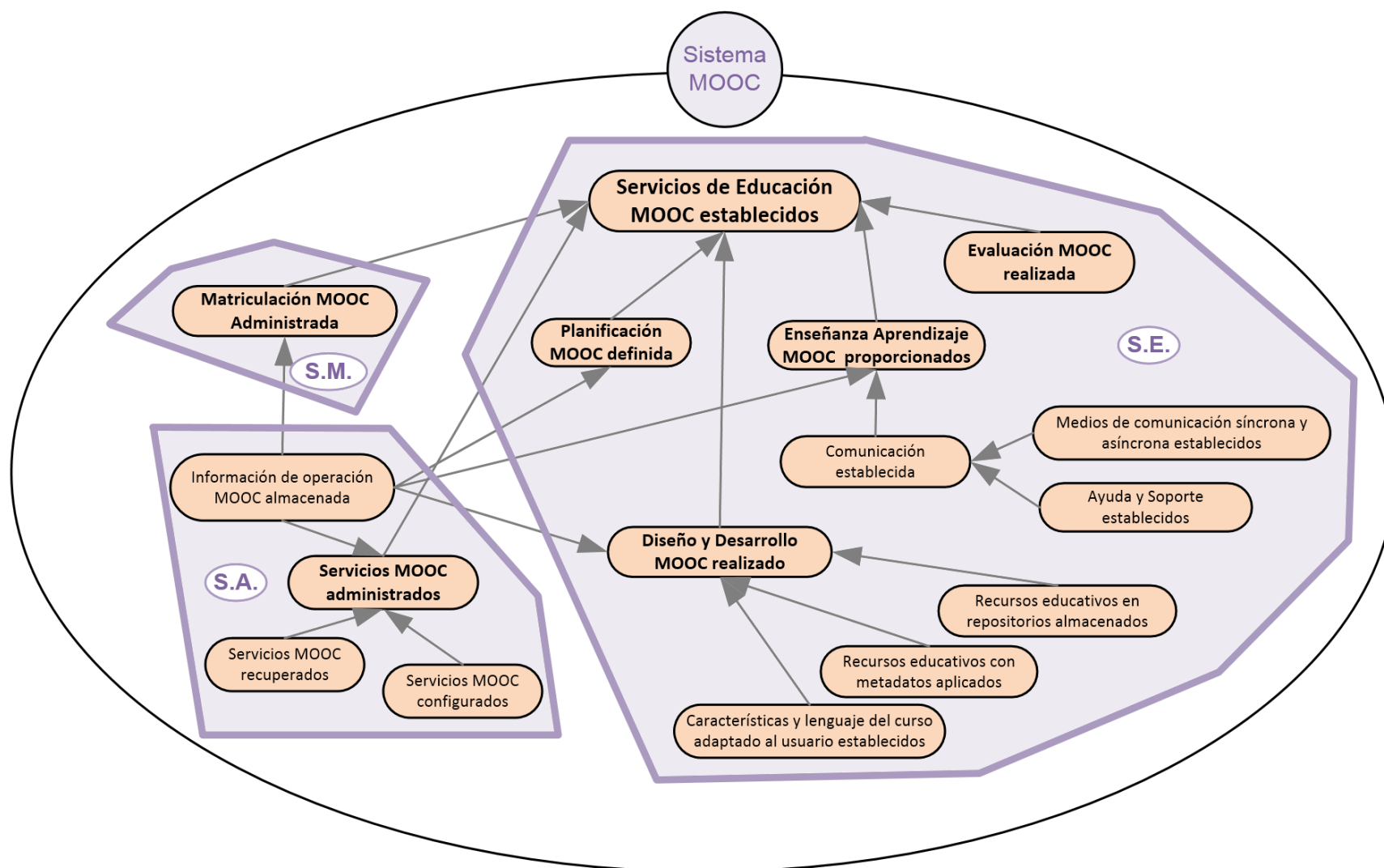


Figura 5.6. Diagrama SR de la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC.



Actor 1	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?	S.M	S.E	S.A
Alumno	--->	SI MOOC	Información Cursos Ofertados	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Información de operación MOOC almacenada			x
	--->	SI MOOC	Matriculación gestionada	Porque el resultado de aprobación o rechazo en la admisión puede ser comunicada al alumno por medios electrónicos	Matriculación MOOC gestionada	x		
	<---	SI MOOC	Información de matriculación completa entregada	La información para la matrícula del alumno puede ser ingresada, escaneada y enviada digitalmente	Matriculación MOOC gestionada	x		
	--->	SI MOOC	Tipos de acreditaciones/certificaciones establecidas	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Matriculación MOOC gestionada	x		
	<---	SI MOOC	Acreditación/Certificación Adquirida	Porque se puede habilitar un servicio de pago en línea para aquellos alumnos que dispongan de servicios de transferencia bancaria o pago con tarjeta de crédito	Matriculación MOOC gestionada	x		
	--->	SI MOOC	Planificación didáctica del curso entregada	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Planificación MOOC definida		x	
	--->	SI MOOC	Cursos con coherencia curricular (actividades, objetivos, evaluaciones de acuerdo a la metodología planteada) y adaptación al usuario establecida	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Diseño y Desarrollo MOOC realizado		x	



Actor 1	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?	S.M	S.E	S.A
Alumno	<---	SI MOOC	Duda planteada	Es posible proveer una funcionalidad para que el alumno envíe una consulta particular y sea respondida a través de la misma herramienta	Ayuda y Soporte establecidos dentro de la Comunicación del proceso de enseñanza aprendizaje MOOC proporcionados		x	
	<---	SI MOOC	Evaluación MOOC rendida	El sistema debe proveer una funcionalidad para rendir evaluaciones o entregar tareas solicitadas	Evaluación MOOC realizada		x	
	--->	SI MOOC	Calidad en la educación	Se podría registrar los parámetros de calidad evaluados para educación (equidad, relevancia, pertinencia, eficacia, eficiencia) (Meléndez, Pinillos, & Romá, 2016)	Enseñanza Aprendizaje MOOC proporcionados		x	
Usuario (Alumno, Maestro, Tutor, Adm. Sistema MOOC)	--->	SI MOOC	Calidad en los recursos educativos	Se podría registrar los parámetros de calidad evaluados para los contenidos (Usabilidad, Portabilidad, Fiabilidad)	Recursos Educativos en repositorios almacenados como parte del Diseño y Desarrollo MOOC realizado		x	
	--->	SI MOOC	Calidad en la comunicación	Se podría registrar los parámetros de calidad evaluados para la comunicación	Medios de comunicación síncrona y asíncrona disponibles		x	
	--->	SI MOOC	Monitorizar actividades realizadas	Se puede disponer de herramientas que permitan el monitoreo del avance y actividades realizadas por cada uno de los usuarios del sistema.	Información de operación MOOC almacenada			x
Proveedor de Contenidos	<---	SI MOOC	Recursos Educativos disponibles	Una herramienta de búsqueda de recursos educativos con metadatos.	Recursos educativos con metadatos aplicados como parte del Diseño y Desarrollo MOOC realizad		x	



Actor 1	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?	S.M	S.E	S.A
Proveedor de Contenidos	<---	SI MOOC	Contenidos, actividades y evaluaciones innovadoras y atractivas creadas	Con una encuesta medible en línea se puede asegurar el grado en el que los contenidos, actividades y evaluaciones han sido innovadoras y atractivas para el usuario	Características y lenguaje del curso adaptado al usuario establecidos como parte del Diseño y Desarrollo MOOC realizado		x	
Administrador Sistema MOOC	--->	SI MOOC	Plataforma de aprendizaje abierta, escalable, global, integrada, flexible y adaptable funcionando	El sistema debe garantizar las características mínimas de un sistema e-learning	Servicios MOOC configurados			x
	<---	SI MOOC	Parámetros de Operación	El sistema debe ser parametrizable	Servicios MOOC configurados			x
	<---	SI MOOC	Mantener un buen rendimiento	El administrador debe garantizar las condiciones físicas y lógicas para el buen rendimiento del sistema	Servicios MOOC administrados			x
	--->	SI MOOC	Monitorizar consumo de recursos	El sistema debe proveer herramientas para monitorear el uso de los recursos	Servicios MOOC administrados			x
	--->	SI MOOC	Fácil administración	El sistema debe proveer interfaces de administración amigables al usuario	Servicios MOOC administrados			x
	<---	SI MOOC	Recuperación en caso de falla	El administrador debe asegurar la recuperación inmediata del sistema en caso de falla	Servicios MOOC recuperados			x
Capitalistas de riesgo	--->	SI MOOC	Calidad de los servicios	Se podría presentar todos los parámetros de calidad evaluados en el sistema	Servicios MOOC administrados			x



Actor 1	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?	S.M	S.E	S.A
SEM	--->	SI MOOC	Seguridad de la información	Porque existen protocolos para garantizar la confidencialidad, integridad y no repudio	Información de operación MOOC almacenada			x
	--->	SI MOOC	Información de los cursos para toma de decisiones	El sistema de reportar el estado general de los cursos ofertados (avance, tutor, número de alumnos, etc.) para toma de decisiones	Información de operación MOOC almacenada			x
Maestro	--->	SI MOOC	Necesidades de formación	Se podría manejar un repositorio de documentos, en el cual se pueda cargar los estudios de mercado para su posterior valoración.	Planificación MOOC definida		x	
	<---	SI MOOC	Diseño y planificación del aprendizaje del curso entregada	Se puede incluir elementos de verificación en cada curso para garantizar la entrega del plan educativo	Planificación MOOC definida		x	
	<---	SI MOOC	Guías didácticas, Actividades (abiertas, de recuperación y refuerzo) y Evaluaciones planificadas	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Características y lenguaje del curso adaptado al usuario establecidos como parte del Diseño y Desarrollo MOOC realizado		x	
	<---	SI MOOC	Fuentes bibliográficas utilizadas y recomendadas actualizadas	Es información sujeta a digitalización que se puede exponer en medios electrónicos	Diseño y Desarrollo MOOC realizado		x	
	--->	SI MOOC	Tiempos de trabajo flexible establecidos	Debe contar con herramientas para control de tiempos en tareas y actividades	Planificación MOOC definida		x	



Actor 1	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?	S.M	S.E	S.A
Tutor	--->	SI MOOC	Servicio 24 x 7 disponible	Si la plataforma es WEB puede permanecer habilitado todo el tiempo	Servicios MOOC administrados			x
	--->	SI MOOC	Interoperabilidad de contenidos disponible	Es necesario proveer interoperabilidad con otras herramientas de software.	Diseño y Desarrollo MOOC realizado		x	
	--->	SI MOOC	Competencia de contenidos disponible	Con una encuesta medible en línea se puede asegurar el grado en el que el alumno cumple con las habilidades o conocimientos específicos para realizar un trabajo o una tarea determinados	Diseño y Desarrollo MOOC realizado		x	
	<---	SI MOOC	Tutoría realizada	El tutor puede consignar en un aplicativo, el avance de los cursos, como las evaluaciones, por otro lado con una encuesta medible en línea se puede asegurar el grado en el que el tutor cumple con las actividades de tutoría asignadas	Enseñanza Aprendizaje MOOC proporcionados		x	
	<---	SI MOOC	Plan de estudio del curso gestionado	Se podría disponer de una herramienta para registrar el plan de estudios para un curso y dar seguimiento a su avance	Enseñanza Aprendizaje MOOC proporcionados		x	
	<---	SI MOOC	Inquietudes sobre curso esclarecidas	Es posible proveer una funcionalidad para que el tutor reciba consultas particulares sobre algún tema del curso y estas puedan ser respondidas a través de la misma herramienta. Se puede habilitar página de preguntas frecuentes para los alumnos FAQ.	Ayuda y Soporte establecidos dentro de la Comunicación del proceso de enseñanza aprendizaje MOOC proporcionados		x	



Actor 1	Dir.	Actor 2	Descripción	¿Por qué?	¿Cómo?	S.M	S.E	S.A
Tutor	<---	SI MOOC	Evaluación calificada	Porque se puede habilitar una aplicación a través de la cual se califiquen cuestionarios de forma automatizada o por lo menos el tutor pueda consignar la calificación	Evaluación MOOC realizada		x	
	<---	SI MOOC	Atención Oportuna brindada	Porque es factible incorporar funciones de auditoría para medir el tiempo de respuesta al alumno a una consulta o solicitud realizada. Se puede establecer parámetros de calidad.	Ayuda y Soporte establecidos dentro de la Comunicación del proceso de enseñanza aprendizaje MOOC proporcionados		x	

Tabla 5.6. Matriz SR con la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC.